

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

JOSÉ MAURO PALHARES

SUPERFÍCIES APLANADAS DO PLANALTO DE GUARAPUAVA:  
TRANSECTO LESTE-OESTE DE GUARAPUAVA A FOZ DO IGUAÇU  
ENTRE OS RIOS IGUAÇU E PIQUIRI

CURITIBA - PR  
2011

JOSÉ MAURO PALHARES

SUPERFÍCIES APLANADAS DO PLANALTO DE GUARAPUAVA:  
TRANSECTO LESTE-OESTE DE GUARAPUAVA A FOZ DO IGUAÇU  
ENTRE OS RIOS IGUAÇU E PIQUIRI

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Geografia.

Área de concentração: Espaço, Sociedade e Ambiente.

Linha de Pesquisa: Paisagem e Análise Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Everton Passos.

Co-orientador: Prof. Dr. João José Bigarella.

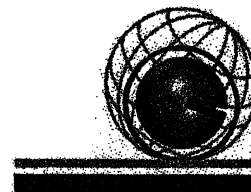
Palhares, José Mauro  
Superfícies aplanadas do planalto de Guarapuava: transecto leste-  
oeste de Guarapuava a Foz do Iguaçu entre os rios Iguaçu e Piquiri /  
José Mauro Palhares. – Curitiba, 2011.  
169 f. : il.; graf., tab. + mapas

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de  
Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia.  
Orientador: Everton Passos  
Co-orientador: João José Bigarella

1. Guarapuava (PR) - Geomorfologia. I. Passos, Everton.  
II. Bigarella, João José. III. Título.

CDD 551.41098162

**MEC-UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



**ATA DE DEFESA DE TESE DE  
DOUTORADO**

Aos dez dias do mês de agosto do ano de dois mil e onze, na sala CT15, foi avaliada pela Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo relacionados, a Tese de Doutorado do (a) aluno (a) **JOSÉ MAURO PALHARES** intitulada **"SUPERFÍCIES APLANADAS DO PLANALTO DE GUARAPUAVA: TRANSECTO LESTE-OESTE DE GUARAPUAVA A FOZ DO IGUAÇU ENTRE OS RIOS IGUAÇU E PIQUIRI"**, que obteve como resultado final:

**APROVADO**

(RES. 65/09 CEPE Art. 69. Os examinadores avaliarão a dissertação ou a tese considerando o conteúdo, a forma, a redação, a apresentação e a defesa do trabalho, decidindo pela aprovação, ou reprovação do trabalho de conclusão do aluno.

Parágrafo único. A ata da sessão pública da defesa de dissertação ou tese indicará apenas a condição de aprovado ou reprovado.

Nome e assinatura da Banca Examinadora:

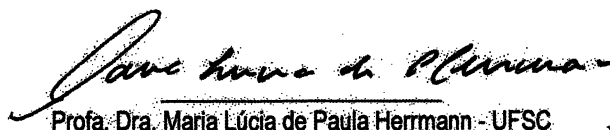
  
Prof. Dr. Everton Passos - Orientador

  
Prof. Dr. João José Bigarella - Co-orientador

  
Profa. Dra. Ana Maria Muratori - UFPR

  
Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto - UFMS

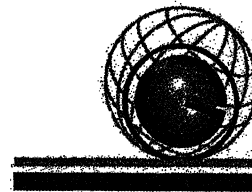
  
Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani - UFPR

  
Profa. Dra. Maria Lúcia de Paula Herrmann - UFSC





**MEC-UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



**PARECER**

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Geografia reuniram-se para a arguição da Tese de Doutorado, apresentada pelo candidato **JOSÉ MAURO PALHARES** intitulada **"SUPERFÍCIES APLANADAS DO PLANALTO DE GUARAPUAVA: TRANSECTO LESTE-OESTE DE GUARAPUAVA A FOZ DO IGUAÇU ENTRE OS RIOS IGUAÇU E PIQUIRI**, para obtenção do grau de Doutor em Geografia, Área de Concentração **Espaço, Sociedade e Ambiente**, Linha de Pesquisa **Paisagem e Análise Ambiental**.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela **APROVAÇÃO** da Tese.

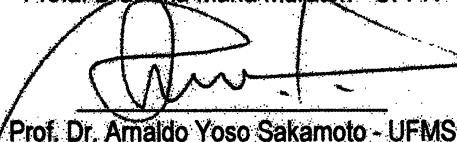
Curitiba, 10 de agosto de 2011.

Nome e Assinatura da Banca Examinadora:

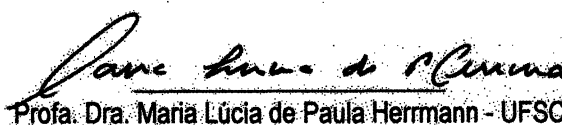
  
Prof. Dr. Everton Passos - Orientador

  
Prof. Dr. João José Bigarella - Co-orientador

  
Profa. Dra. Ana Maria Murtori - UFPR

  
Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto - UFMS

  
Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani - UFPR

  
Profa. Dra. Maria Lúcia de Paula Hermann - UFSC



Dedico esta Tese a minha querida  
companheira de jornada Eufrásia Maria  
Damin.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Divino pelo dom da vida e pelas oportunidades.

Ao Professor Doutor Everton Passos pelo exemplo de paciência e sabedoria.

Ao Professor Doutor João José Bigarella por incentivar minhas capacidades imanes quando na verdade eu nem imaginava que tinha.

Ao professor Doutor Amarildo Jorge da Silva pelo trabalho disciplinado e constante durante a caminhada de conclusão desta Tese.

À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade oferecida no processo de doutoramento.

A todos os mestres que contribuíram com minha formação educacional de ensino fundamental, médio, superior, de mestrado e de doutorado.

Ao amigo Luiz Carlos Zem pela ajuda incondicional em toda a caminhada do doutorado em geografia.

A todos os professores do programa de Mestrado e Doutorado em Geografia da UFPR.

Ao amigo Júlio Manoel França da Silva pelo empenho na confecção dos mapas temáticos.

A CAPES pela bolsa de fomento concedida nos últimos doze meses.

Aos professores das disciplinas de Pós-graduação, pelo incentivo e disponibilidade no fornecimento de sugestões e materiais de estudos.

As professoras Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia de Paula Herrmann e Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Muratori membros da banca de qualificação pela contribuição crítica e sugestões na redação e estruturação da Tese. Aos professores Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto e Dr. Helio Olympio da Rocha por compor a banca de doutoramento.

Aos colegas da MINEROPAR pelo apoio irrestrito na concessão de dados e informações geológicas.

A minha família pelo apoio, compreensão, pelos momentos de ausência e conforto nos momentos difíceis, especialmente, a Eufrásia minha companheira, exemplo de coragem e perseverança.



Planalto de Guarapuava – BR 277 Km 500 – Guaraniaçu

Foto: autor.

Se quiseres prever o futuro, estude o passado. (CONFÚCIO).

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
1.1 OBJETIVOS DA TESE .....	23
<b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>23</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos: .....</b>	<b>23</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	24
1.3 ÁREA DE ESTUDO .....	25
<b>1.3.1 Aspectos gerais do Estado do Paraná .....</b>	<b>25</b>
1.4 ESTRUTURA DA TESE .....	28
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>29</b>
2.1 PALEOCLIMAS E ESCULTURAÇÃO DO RELEVO .....	31
2.2 EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO GEOMORFOLÓGICO – A RESPEITO DAS ORIGENS DE SUPERFÍCIES APLANADAS.....	33
2.3 VARIAÇÕES CLIMÁTICAS .....	39
<b>2.3.1 Superfícies de Aplanamento .....</b>	<b>44</b>
<b>2.3.2 Modelo conceitual de origem e evolução das superfícies de aplanamento .....</b>	<b>48</b>
<b>3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>57</b>
3.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS .....	57
3.2 ASPECTOS VEGETACIONAIS.....	59
3.3 ASPECTOS HIDROGRÁFICOS.....	62
3.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	64
<b>3.4.1 Algumas Características da Formação Serra Geral .....</b>	<b>69</b>
3.5 A GEOMORFOLOGIA DO TERCEIRO PLANALTO PARANAENSE .....	73
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>76</b>
4.1 MATERIAIS UTILIZADOS .....	76
4.2 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	77
4.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA E DE ANÁLISE DE DADOS E INFORMAÇÕES.....	80
4.4 ATRIBUTOS TOPOGRÁFICOS .....	81
<b>5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS E INFORMAÇÕES DA PESQUISA DE CAMPO .....</b>	<b>86</b>

5.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS PERFIS TOPOGRÁFICOS .....	86
5.2 PRIMEIRA PESQUISA DE CAMPO.....	95
5.2.1 Ponto 01 .....	95
5.2.2 Ponto 02 .....	96
5.2.3 Ponto 03 .....	97
5.2.4 Ponto 04 .....	98
5.2.5 Ponto 05 .....	99
5.2.6 Ponto 06 .....	100
5.2.7 Ponto 07 .....	101
5.3 SEGUNDA PESQUISA DE CAMPO .....	102
5.3.1 Ponto 08 .....	102
5.3.2 Ponto 09 .....	103
5.3.3 Ponto 10 .....	104
5.4 TERCEIRA PESQUISA DE CAMPO .....	106
5.4.1 Ponto 11 .....	106
5.4.2 Ponto 12 .....	107
5.4.3 Ponto 13 .....	108
5.4.4 Ponto 14 .....	109
5.4.5 Ponto 15 .....	109
5.4.6 Ponto 16 .....	110
5.4.7 Ponto 17 .....	111
5.4.8 Ponto 18 .....	112
5.4.9 Ponto 19 .....	113
5.4.10 Ponto 20 .....	114
5.5 MAPAS ALTIMÉTRICOS .....	115
5.5.1 Altitudes .....	115
5.5.2 Curvaturas .....	121
5.5.3 Declividade .....	127
5.5 INFERÊNCIAS BÁSICAS E CONCLUSIVAS DA PESQUISA DE CAMPO.....	133
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>140</b>
6.1 CONSIDERAÇÕES CONCLUSIVAS E REFLEXIVAS DA TESE.....	140
6.1.1 Sobre o Objetivo Geral.....	144
6.1.2 Sobre os Objetivos Específicos .....	144
6.1.3 Sobre a Relevância da Tese .....	145

<b>6.1.4 Sobre a Questão da Pesquisa .....</b>	<b>146</b>
<b>6.2 RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>146</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>148</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>165</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo .....	27
Figura 2 – Divisões do período Quaternário.....	40
Figura 3 – Bloco Diagrama I.....	49
Figura 4 – Bloco Diagrama II.....	50
Figura 5 – Bloco Diagrama III.....	50
Figura 6 – Bloco Diagrama IV .....	51
Figura 7 – Bloco Diagrama V .....	52
Figura 8 – Bloco Diagrama VI .....	52
Figura 9 – Bloco Diagrama VII .....	53
Figura 10 – Bloco Diagrama VIII .....	53
Figura 11 – Bloco Diagrama IX .....	54
Figura 12 – Evolução dos Pediplanos (Pd). .....	55
Figura 13 – Mapa da hidrografia principal do Estado do Paraná.....	64
Figura 14 – Mapa Geológico Simplificado da Bacia do Paraná.....	65
Figura 15 – Mapa Geológico do Estado do Paraná.....	68
Figura 16 – Mapa Geomorfológico do Estado do Paraná. ....	75
Figura 17 – Cartas topográficas e articulação utilizada na pesquisa.....	76
Figura 18 – Transecto da área de estudo no Planalto de Guarapuava .....	78
Figura 19 – Combinação das curvaturas verticais e horizontais para caracterização das formas de terreno, sendo: 1a) côncava-convergente; 1b) côncava-planar; 1c) côncava-divergente; 2a) retilínea-convergente; 2b) retilínea-planar; 2c) retilínea-divergente; 3a) convexa-convergente; 3b) convexa-planar; 3c) convexa-divergente.....	84
Figura 20 – Modelos didáticos ilustrativos que representam as formas das vertentes em perfil e plano de curvatura. ....	85
Figura 21 – Locais que foram definidos as seções dos perfis topográficos .....	87
Figura 22 – Perfil Topográfico – Foz do Iguaçu – Guarapuava, PR.....	88
Figura 23 – Perfil Topográfico – Rio Chopim – Rio Iguaçu .....	89
Figura 24 – Perfil Topográfico – Rio Tormenta – Rio Iguaçu.....	89
Figura 25 – Perfil Topográfico – Rio do Cobre – Rio Piquiri.....	90
Figura 26 – Perfil Topográfico – Rio Jordão.....	90



Figura 27 – Perfil Topográfico – Foz do Iguaçu – Céu Azul – BR 277 .....	91
Figura 28 – Perfil Topográfico – Rio Gonçalves Dias – Rio Iguaçu .....	91
Figura 29 – Pontos eleitos durante os três trabalhos de campo.....	94
Figura 30 – Altimetria da Carta SG-22-V-D.....	116
Figura 31 – Altimetria da Carta SG-22-V-C.....	118
Figura 32 – Altimetria da Carta SG-21-X-D.....	120
Figura 33 – Curvatura Vertical da carta SG-22-V-D.....	122
Figura 34 – Curvatura Vertical da Carta SG-22-V-C.....	124
Figura 35 – Curvatura Vertical da Carta SG-21-X-D.....	126
Figura 36 – Declividade da Carta SG-22-V-D.....	128
Figura 37 – Declividade da Carta SG-22-V-C.....	130
Figura 38 – Declividade da Carta SG-21-X-D.....	132

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Processos e feições litológicas e estruturais de derrames de basalto.....	72
Quadro 2 – Intervalos de classes de declividade .....	83
Quadro 3 – Pontos amostrais do transecto objeto da Tese .....	134

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Proporção das classes de declividade por área .....	137
--	-----

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Perfis altimétricos do transecto Guarapuava/Foz do Iguaçu.....	138
Gráfico 2 – Perfis altimétricos do transecto Guarapuava/Foz do Iguaçu.....	139

## LISTA DE PRANCHAS

Prancha 01 – Pedreira basáltica no município de São Miguel do Iguaçu.....	96
Prancha 02 – Superfície aplanada no Município de Coronel Vivida.....	96
Prancha 03 – Fotos obtidas a partir de pontos situados nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 25' 58" S e Longitude: 52°00'57" W com altitude de 809 m.....	97
Prancha 04 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 18' 56" S e longitude: 51° 11' 58" W com altitude de 956m. ....	99
Prancha 05 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 25' 19" S e longitude: 51° 40' 05" W com altitude de 994m. ....	100
Prancha 06 – fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 47' 56" S e longitude: 52° 16' 40" W com altitude 740m. ....	100
Prancha 07 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 26° 03' 58" S e longitude: 53° 06'41" W com altitude de 725m. ....	101
Prancha 08 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 44' 59" S e longitude: 52° 57' 58" W com altitude de 330m. ....	103
Prancha 09 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 39' 32" S e longitude: 52° 58' 52" W com altitude de 715m. ....	104
Prancha 10 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 34' 59" S e longitude: 52° 37' 40" W com altitude de 810m. ....	105
Prancha 11 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de Latitude: 25° 46' 45" S e longitude: 54° 40' 23" W com altitude de 303m.....	106
Prancha 12 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 26' 27" S e longitude: 54° 04' 58" W com altitude de 458 m. ....	107
Prancha 13 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 19' 32" S e longitude: 53° 59' 23" W com altitude de 725 m. ....	108
Prancha 14 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 26' 27" S e longitude: 53° 57' 51" W com altitude de 583m. ....	109
Prancha 15 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 39' 38" S e longitude: 53° 34' 29" W com altitude de 365m. ....	110
Prancha 16 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 10' 58" S e longitude: 52° 57' 37" W com altitude de 864m. ....	111

Prancha 17 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 17' 08" S e longitude: 52° 27' 59" W com altitude de 846m. ....	112
Prancha 18 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 43' 57" S e longitude: 51° 58' 56" W com altitude de 890m. ....	113
Prancha 19 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 46' 31"S e longitude: 51° 52' 59"W com altitude de 1.058m. ....	114
Prancha 20 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 59' 13" S e longitude: 51° 57' 59' W com altitude de 1.054m. ....	115

## LISTA DE TERMOS E SIGLAS

**AGEP** – Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná.

**ANTICICLONE** – Área de alta pressão atmosférica, de onde os ventos sopram em forma de espiral.

**AREOLAR** – Denominação empregada pelos geomorfólogos para a força de destruição que age sobre toda uma superfície de interflúvio. Os agentes da erosão areolar são múltiplos: agentes atmosféricos, biológicos, erosão de filetes d'água etc.

**ATTERBERG** – É um método de avaliação dos solos. Através de uma série de testes e ensaios é possível definir o limite de plasticidade e de contração do solo.

**ATUALISMO** – Teoria que se opõe à doutrina dos cataclismos ou catástrofes para explicar o aparecimento e as transformações dos diferentes acidentes do relevo. O atualismo diz respeito à gênese e à evolução das formas de relevo de outros tempos, pelos mesmos processos que observamos hoje (GUERRA, 2001).

**BACIA INTRACRATÔNICA** – Bacia geológica correspondente a uma depressão em área cratônica, muitas vezes com incursões marinhas, na forma de um prato ou alongada, de dimensões variadas até milhares de quilômetros de diâmetro, que recebe ou recebeu sedimentos provindos das áreas mais elevadas. (GUERRA, 2001).

**BACKWEARING** – Erosão regressiva e remontante das encostas.

**BASCULAMENTO** – É a distorção que alguns blocos rochosos sofrem em função de esforços que ocorrem no relevo de uma região.

**CADUCIFÓLIA** – Diz-se da planta que perde as folhas na estação mais quente ou mais fria do ano.

**CATASTROFISMO** – Teoria que procura explicar as formas de relevo a partir de catástrofes. As formas de relevo seriam explicadas por grandes e violentos movimentos

**DEPOCENTRO** – Lugar de máxima deposição em uma bacia geológica e onde se tem a maior espessura do pacote de camadas da unidade estratigráfica considerada.

**DIASTROFISMO** – Do grego diastrophé = distorção. Conjunto de movimentos tangenciais, verticais, que acarretam na superfície da crosta terrestre o aparecimento de dobras, falhas e lençóis de arrastamento (GUERRA, 2001).

**DOMO** – Elevação do solo com a forma acentuada de uma meia esfera; o termo “domo” é também usado nas descrições da paisagem física, referindo-se a elevações de forma semelhante a uma meia esfera, sem levar em consideração a estrutura. Neste último caso, o domo é uma forma de montanha arredondada produzida pelo efeito da erosão (GUERRA, 2001).

**DOWNWEARING** – Modelo de recuo de encostas cujo ângulo de recuo diminui ao longo do tempo por meio da combinação de processos erosivos que causam concavidades e convexidades verticais do terreno.

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**EOCENO** - Período entre o Paleoceno e o Mioceno. A palavra eoceno significa aurora do recente.

**EPIROGENÉTICO** – Movimentos de subida ou de descida de grandes áreas da crosta terrestre, de modo lento. Caracteriza-se por um reajustamento isostático de áreas dominando, assim os movimentos verticais lentos, por vezes seculares.

**ESCUDO** – Primeiros núcleos de rochas emersas que afloram desde o início da formação da crosta. Zonas hodiernamente estáveis quanto à tectônica.

**FITOFISIONOMIA** – Aspecto da vegetação de um lugar. Flora típica de uma região.

**FLEXURA** – Adelgaçamento das camadas por ocasião de um dobramento. À luz da geomorfologia, o aspecto topográfico é mais ou menos semelhante ao de um escarpamento de falha.

**GEOSSINCLINAL** –Depressão alongada com grande acúmulo de sedimentos. Os geossinclinais correspondem às zonas de intensa movimentação tectônica em que aparecem os diversos tipos de dobras e falhas. (GUERRA, 2001).

**GONDWÂNICO** – Relativo ao continente que existiu no hemisfério sul. Este continente compreendia as massas continentais da América do Sul, África do Sul, Índia e Austrália. No decorrer da era mesozoica deu-se a fragmentação deste continente.

**GRABEN** – O mesmo que fossa tectônica. É a designação dada em geologia estrutural e em geografia física a uma depressão de origem tectônica. Geralmente com forma de vale alongado com fundo plano, formado quando um bloco do território fica fundado em relação ao território vizinho (GUERRA, 2001).

**HIDROMÓRFICO** – Designação comum dada aos solos formados em áreas com excesso de água e de drenagem imperfeita, como as de baixadas, pântanos e outras.

**HORST** – Parte elevada ou saliente em relação ao relevo contíguo. É a designação dada em geologia estrutural e geografia física a um bloco do território elevado em relação ao território vizinho por ação de movimentos tectônicos.

**INSELBERG** –Denominação usada por Bornhardt para as elevações que aparecem em regiões de clima árido. Os *inselberg* são resíduos da pediplanação em climas áridos quentes e semiáridos, à semelhança dos *monadnocks*, devido à peneplação em regiões de clima úmido.

**INTEMPERISMO** – Conjunto de processos mecânicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e decomposição das rochas.

**IPARDES** – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social.

**LINEAMENTO** – É uma feição de larga escala que aparece no relevo de uma região, podendo ser representada por uma crista montanhosa, ou vale resultante da Geologia Estrutural.

**MDE** – Modelo Digital de Elevação.

**MDT** – Modelo Digital do Terreno.

**MELANOCRÁTICA** – Rocha cuja composição domina os minerais de coloração escura e, geralmente, subsilicosos. É o antônimo de leucocrática.

**MNT** – Modelo Numérico do Terreno

**M.S.N.M.M.** – Metros Sobre o Nível Médio do Mar.

**OMBRÓFILA** – Que apresenta elevada pluviosidade. (floresta ombrófila corresponde à floresta pluvial).

**OUEDS**–Rios com leito seco na maior parte do ano em áreas desérticas.

**PALEOCLIMATOLOGIA** – Estudo dos climas existentes em eras geológicas passadas. Os estudos em climatologia são realizados por meio dos fósseis animais e vegetais, das alterações das rochas, dos diferentes depósitos, da estratificação do material e das próprias formas de relevo (GUERRA, 2001).

**PALEOFORMA** – Diz-se das formas de relevo desarmônicas existentes em um sistema morfoclimático diferente do atual.

**PLEISTOCENO** – Período que segue ao Plioceno e marca o início do Quaternário. Nesse período apareceu a maioria das espécies atuais. É também chamada época glacial ou recente, ou ainda Quaternário antigo ou Diluviano (GUERRA, 2001).

**PORFÍRITICA** –Tipo de arranjo dos minerais em uma rocha ígnea com cristais significativamente maiores (fenocristais) do que os da matriz mais fina ou mesmo vítrea (GUERRA, 2001).

**RIFTE:** É a designação dada em geologia às zonas do globo onde a litosfera está sofrendo uma fratura acompanhada por um afastamento em direções opostas de porções vizinhas da superfície terrestre.

**RIOS CATACLINAIS** – Rios que correm segundo a direção do mergulho das camadas, ou seja, conforme o declive do relevo.

**SEMIDESIDUAL** – Planta lenhosa de uma comunidade vegetal que perde parte de suas folhas no período seco.

**SILTE** – Grãos que entram na formação de um solo ou de uma rocha sedimentar cujos diâmetros variam entre 0,02 e 0,002 milímetros.

**SINÉCLISE** – Estrutura geológica desenvolvida em plataforma continental, com amplitude regional de dezenas de milhares de quilômetros quadrados, na forma de ampla bacia com mergulhos muito fracos e convergentes de pacote, geralmente espesso, de camadas sedimentares, produzidas por lento abaulamento negativo da crosta ao longo de vários períodos geológicos.

**SOLEIRA** – Barra de rocha dura que funciona como nível de base em ciclo de erosão. As soleiras são muito importantes nos leitos fluviais, pois são elas que, servindo de nível de base, comandam a erosão.

**SRTM** – *Shuttle Radar Topography Mission (NASA - Agência Espacial Americana)*

**SUBSIDÊNCIA** – Abaixamentos de partes de área do escudo ou continente ou abaciamento intracratônico ou, ainda, de blocos falhados.

**TRAPP**–Lençol de lavas efusivas basálticas consolidadas à superfície, dando o aparecimento a uma topografia em patamares (degraus).

**TRIÁSSICO** – Período da base da Era Mesozóica. Seu nome lembra os três tipos de terrenos que aparecem nessa idade: arenitos, calcários e margas.

**TIN**–Triangulated Irregular Network.

**VESICULAR** – Pequena cavidade em rocha ou mineral, resultante de uma bolha de gás formada durante solidificação de lava.

**VÍTREA** – Textura de rocha efusiva que se caracteriza por não haver cristalização significativa de minerais devido ao rápido resfriamento.

**WÜRM-WISCONSIN** – É a mais recente das quatro glaciações que ocorreram durante o Quaternário. Teve lugar durante a última parte do Pleistoceno de aproximadamente 110.000 até 12.500 anos antes do presente, sendo a mais conhecida das glaciações antropológicas.



## RESUMO

A Tese foi construída no âmbito das geociências com foco específico no campo da geomorfologia. O objeto de análise são as superfícies aplanadas do planalto de Guarapuava-PR no transecto entre os rios Piquiri e Iguaçu. A relevância e a importância da Tese se deram no trato da temática na região do Terceiro Planalto, no que se refere aos benefícios diretos e indiretos que os resultados poderão trazer à sociedade, à ciência, à educação e ao estado da arte em pauta. O objetivo da pesquisa é compreender os processos de aplanamento do terreno e recuo lateral das encostas no Planalto de Guarapuava no transecto Leste-Oeste de Guarapuava a Foz do Iguaçu entre os rios Iguaçu e Piquiri. Sua construção ancorou-se em excertos de conhecimento da geomorfologia, da Geografia Física, da Geologia e da Cartografia. Metodologicamente, a pesquisa foi desenvolvida à luz do objetivo explicativo-analítico de caráter básico. Os dados foram coletados na área da pesquisa, por meio de procedimentos de estudo de campo. O tratamento destes dados se deu de forma crítica-dissertativa e também com tabulações. A análise dos dados é quanti-qualitativa, seguindo-se a inspiração do método indutivo. A priori utilizou-se a pesquisa exploratória de caráter bibliográfico longitudinalmente de Davis (1899) a Paisani (2008). Na Tese buscou-se resposta para a seguinte questão: Qual a importância dos processos climáticos na esculturação das superfícies aplanadas do Planalto de Guarapuava? Os resultados da pesquisa indicam que este planalto possui tanto formação estrutural quanto formação escultural. Pôde-se concluir que as superfícies aplanadas do Planalto de Guarapuava, na região objeto da Tese até a presente data (2011), resultam de um processo de transformação concomitantemente de gênese interna e externa. As formações estruturais e esculturais foram notadas na área objeto de estudo. As informações e os dados amostrais expostos na Tese corroboraram e ratificaram a presença do processo evolutivo do Planalto de Guarapuava na perspectiva estrutural e acentuadamente na perspectiva morfoescultural.

**Palavras chave:** Terceiro Planalto do Paraná. Relevo. Geomorfologia

## ABSTRACT

The present Thesis was done at the extent of Geosciences, with the main focus on Geomorphology. The object of analysis were the flattening surfaces of the Plateau of Guarapuava – PR in the transect between rivers Piquiri and Iguaçu. The relevance and importance of the Thesis came out from the thematic treat in the region of the Third Plateau, according to direct and indirect benefits that will be brought by the results to society, science, education and to the state of art in question. The objective of the research is to understand the flattening processes of the land and side retreat of the Plateau of Guarapuava's hillsides at the East-West transect from Guarapuava to Foz do Iguaçu between rivers Iguaçu and Piquiri. Its construction was based on excerpts of Geomorphology knowledge, Physical Geography, Geology and Cartography. Methodologically the research drew forth by the analytical-explicative objective of basic features. The data were collected at the research site by field study procedures. The treatment of such data happened on a dissertative-critical way and also with tabulations. The analysis is quanti-qualitative, followed by the inductive method inspiration. A priori was used the bibliographical-featured exploratory research longitudinally from Davis (1899) to Paisani (2008). In this Thesis the answer of the following question was searched: how important are climatic processes to chisel flattening surfaces of the Plateau of Guarapuava? The results of the research refer that the plateau may have as much structural formation as sculptural formation. It might be concluded that the flattening surfaces of the Plateau of Guarapuava, from the object region of the Thesis to the present date (2011), are the result of a transformation process concomitantly of internal and external genesis. The structural and sculptural formations were noticed at the examined area. The information and the sampling data exposed on the Thesis confirm and ratify the presence of the evolutive process of the Plateau of Guarapuava at the structural perspective and sharply at the morphosculptural one.

**Keywords:** Third Plateau of Paraná. Relief. Geomorphology.

## 1 INTRODUÇÃO

As atuais formas do relevo terrestre resultam da interação de forças de natureza endógena e exógena, através da atuação de processos de natureza geológica e climática que tem atuado ao longo da história da Terra, constituindo paisagens distintas.

Do ponto de vista endógeno, as influências referem-se às características litológicas e tectonoestruturais da área, enquanto que do ponto de vista climático, e em termos de tempo geológico, as influências referem-se à ciclicidade de períodos de aridez/semi-aridez a úmido/semi-úmidos.

A origem das variações climáticas é complexa e resulta da interação de diversos fenômenos astronômicos, geofísicos e geológicos (BIGARELLA, 1985).

Considerando as mudanças climáticas globais ocorridas durante o Cenozóico, presume-se que atuais áreas encontradas em domínios morfoclimáticos tropicais e subtropicais passaram por intercalação de regimes climáticos úmidos e semi-áridos em fase com ciclos interglaciais-glaciais.

O mecanismo destas alternâncias relaciona-se com o grau de radiação cósmica recebida pela atmosfera terrestre. Segundo a teoria meteorológica (BERNARD, 1967 apud BIGARELLA et al., 2003, p. 1005), o máximo da época glacial deveria corresponder a um episódio de baixa radiação solar, na qual a evaporação dos oceanos estaria reduzida entre 20 e 30%, o que causaria seca de caráter global (FAIRBRIDGE, 1986).

A natureza poligenética da morfologia do território brasileiro está intimamente relacionada aos eventos climáticos, haja vista que as profundas mudanças climáticas globais do Quaternário afetaram toda a Terra (BIGARELLA; PASSOS, 2003). Durante as glaciações, os processos de degradação lateral (aplanamento lateral) do terreno foram importantes não apenas nas regiões periglaciais, como também em latitudes mais baixas (SUGUIO, 2001). Naquela época as condições climáticas rigorosas possibilitaram o desenvolvimento de superfícies aplanadas associadas a depósitos correlativos característicos (BIGARELLA; MOUSINHO, 1965). Estes sedimentos parecem ser síncronos em áreas geográficas amplas e distantes. O exame da paisagem e de sua estrutura superficial revela a interação cíclica de processos distintos responsáveis pelas diferentes formas do relevo e da

natureza variada dos depósitos correlativos (BIGARELLA; MARQUES, AB'SÁBER, 1961). Sabe-se que tanto a ação processual exógena quanto a endógena agiram alternadamente no passado geológico, originando ora a degradação lateral da paisagem ora sua dissecação vertical. Uma análise mais amíúde e específica do problema revela alguns pontos importantes a considerar, representados, principalmente, pela natureza do regime hidrológico e pelo tipo de revestimento vegetal.

Ao analisar os eventos geomorfológicos ocorridos na região subtropical do Brasil, diversos autores constataram uma ligação direta e indireta aos principais eventos do passado geológico (BIGARELLA, 1965, 1975, 2007; PASSOS; BIGARELLA, 2001). Alguns aspectos dizem respeito a episódios mais remotos quando da fragmentação do continente Gondwânico, já os depósitos sedimentares enquadram-se no Cenozóico mais antigo a médio e os principais problemas da distribuição vegetal e faunística estão ligados às mudanças ambientais ocorridas no Quaternário.

Embora a divisão da paisagem em zonas morfoclimáticas tenha sido muito criticada na literatura nacional e internacional, alguns autores afirmam que essas zonas estão submetidas a uma dinâmica atmosférica típica. É o caso da região Sul do Brasil, que se caracteriza por apresentar regimes pluviométricos bem distribuídos e de temperatura bem contrastantes, típicos de zona climática onde as quatro estações do ano são bem definidas.

No Estado do Paraná, é possível individualizar paisagens geomorfológicas regionais dentro da mesma zona morfoclimática, controladas, sobretudo, pela estrutura geológica, como é o caso da paisagem do planalto basáltico da bacia do Paraná.

No entanto, alerta-se também para a existência remanescente de superfícies aplanadas geradas em ciclos de erosão mecânica, em fase com as mudanças climáticas globais. Uma das dificuldades de identificar essas paleosuperfícies reside no fato de não se precisar o início da esculturação de estruturas geológicas muito antigas, sobretudo aquelas do Pré-Cambriano.

Neste contexto, essa pesquisa discute a seguinte questão: **Qual a importância dos processos climáticos na esculturação das superfícies aplanadas do Planalto de Guarapuava?**

Para responder à problemática desta pesquisa, partiu-se da seguinte hipótese, tendo como base estudos de Ab'sáber (1969, p. 52) e de Bigarella (1985, p. 137), sobre superfícies aplanadas: **As superfícies aplanadas do Planalto de Guarapuava estão relacionadas às oscilações climáticas que ocorreram no Quaternário, apresentando feições características quanto a sua morfologia e morfogênese.**

## 1.1 OBJETIVOS DA TESE

Para responder à questão que norteia a pesquisa e comprovar a hipótese lançada, estabeleceu-se como objetivos:

### 1.1.1 Objetivo Geral

Compreender os processos de aplanamento do terreno e recuo lateral das encostas no Planalto de Guarapuava no transecto Leste-Oeste de Guarapuava a Foz do Iguaçu, entre os rios Iguaçu e Piquiri.

### 1.1.2 Objetivos específicos:

- a) Identificar as superfícies de aplanamento no Planalto de Guarapuava no transecto leste-oeste entre os municípios de Guarapuava e Foz do Iguaçu nas bacias dos rios Iguaçu e Piquiri;
- b) Caracterizar o relevo da área de pesquisa e sua inserção no Planalto de Guarapuava, por meio do modelo numérico do terreno a partir de dados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM);
- c) Analisar os principais aspectos do processo evolutivo da paisagem da área de pesquisa e sua inserção no planalto de Guarapuava, enfatizando o papel da Geologia e do clima no Quaternário.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A origem e a evolução do relevo são frutos de longos processos que envolvem tanto as atividades tectônicas com efeitos antigos e recentes, influências estruturais e mineralógicas das rochas, além dos efeitos paleoclimáticos de climas secos alternados com úmidos, bem como da pedogênese atual.

Sabe-se que a paisagem geomorfológica é constituída por formas de relevo geradas ao longo do tempo. Tais formas de relevo representam a esculturação do substrato geológico exposto à superfície. A esculturação expressa uma complexa relação entre processos de rebaixamento do terreno e recuo lateral das encostas

As superfícies de aplanamento do Estado do Paraná foram estudadas, principalmente na Serra do Mar e no Primeiro Planalto Paranaense. Estes estudos foram conduzidos na década de 1960 por Bigarella, Mousinho e Silva (1965). Estes autores identificaram superfícies aplanadas na porção leste do Estado do Paraná e propuseram um modelo evolutivo para as paleosuperfícies que se configurou como marco na história da geomorfologia brasileira. O modelo aponta para a existência de remanescentes de superfícies aplanadas, geradas em ciclos de erosão mecânica em fase com as mudanças climáticas globais. Esse modelo foi aplicado por Justus (1985), para a região Norte e Noroeste do Estado do Paraná, onde situa-se o planalto basáltico. Dessa maneira, esta Tese se reveste de importância, tendo em vista contribuir para o levantamento das superfícies aplanadas existentes no Terceiro Planalto que carece atualmente de trabalhos sistemáticos para sua identificação e análise. Partiu-se do pressuposto de que a ordenação de dados referentes a esses levantamentos, aliada às interações com a Geologia e aos aspectos hidrográficos da área de estudo, possibilita entender, em parte, suas especificidades.

Observa-se que, após exaustiva pesquisa preliminar, não foi encontrada nenhuma fonte, seja primária ou secundária, que tratasse o tema com o enfoque adotado nesta Tese na região do Planalto de Guarapuava. Ressalta que tal tratamento corroborou, desta forma, para a comprovação e evidência do ineditismo e da originalidade do estudo.

Argumenta-se que a identificação das superfícies aplanadas no transecto do Planalto de Guarapuava aponta o caráter original e pioneiro desta pesquisa.

### 1.3 ÁREA DE ESTUDO

Esta seção apresenta as características gerais do Estado do Paraná e da área objeto de estudo.

#### 1.3.1 Aspectos gerais do Estado do Paraná

O Estado do Paraná possui 199.316 Km<sup>2</sup> de área territorial, que corresponde a 2,5% do país (IBGE, 2010). Sua localização determina uma área de contatos e transições em termos físicos e naturais, apresentando diversas ocorrências de clima, solo e cobertura vegetal, bem como uma diferenciada formação geológica e conformação geomorfológica (BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965).

O referido Estado é cortado ao Norte pelo Trópico de Capricórnio, e 25% de seu território encontra-se na zona tropical e o restante na zona temperada do Sul. (IAPAR, 2007). O Estado do Paraná localiza-se entre as latitudes de 22° 29'30" na cachoeira Saran Grande, no rio Parapanema, e 26° 42'59" nas nascentes do rio Jangada, em uma extensão superior a 468 km em direção Norte-Sul e entre as longitudes a Oeste de Greenwich de 48°02'24" no rio Ararapira e 54° 37'38" no município de Foz do Iguaçu, ultrapassando 647 km Leste-Oeste (MAACK, 1981).

Ainda Maack (1981) indica que o Estado do Paraná é formado de escarpas de estratos e planaltos que declinam suavemente em direção Oeste. Esta paisagem de *cuestas* abrange o complexo cristalino abaulado num arco aberto em direção Leste, isto é, em um ângulo sub-reto, devido às linhas estruturais geológicas. O próprio pedestal cristalino declina abruptamente para o mar em forma de uma escarpa de falhas parcialmente escalonadas. Segundo Maack (1981) pode-se inferir que, do ponto de vista físico, o traço mais evidente do território paranaense é a sua divisão em duas grandes regiões naturais: o litoral e os planaltos do interior. Considerando-se suas características geológicas e de relevo identificam-se no Estado do Paraná cinco grandes regiões de paisagens naturais:

- a) Litoral;
- b) Serra do Mar;
- c) Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba;
- d) Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa;
- e) Terceiro Planalto ou Planalto de Guarapuava.

A Planície Litorânea (costeira) possui 5.900 Km<sup>2</sup> e localiza-se entre a Serra do Mar a Oeste e o Oceano Atlântico a Leste. Sua largura máxima é de 50 km, nas proximidades da baía de Paranaguá. Esta região exhibe área rebaixada por falhamento marginal de um antigo nível do Planalto Paranaense. Os terrenos datam da Era Cenozóica (MAACK, 1981).

A Serra do Mar faz parte do setor elevado da borda cristalina oriental brasileira que se desenvolve no sentido Norte-Sul, desde o Estado de Santa Catarina até o norte do Estado da Bahia. Os principais fatores que influenciaram as atuais formas da Serra do Mar foram as diferentes resistências das rochas, o falhamento do relevo e as sucessivas trocas climáticas (BIGARELLA, 1965).

O Primeiro Planalto, com extensão aproximadamente de 17.500Km<sup>2</sup>, tem como limites a Leste a Serra do Mar e a Oeste a Escarpa da Serrinha (Serrinha de São Luiz do Purunã). O planalto apresenta três zonas distintas assim denominadas por Maack (1981):

- a) A zona Sul, denominada Planalto de Curitiba. Esta zona tem formas topográficas suaves e uniformes, oscilando entre altitudes de 850 a 950m, e com largura média de 75Km;
- b) A zona Norte ou região serrana do Açungui, tem relevo acidentado, devido à ação erosiva do rio Ribeira e seus tributários;
- c) O Planalto de Maracanã localiza-se entre as cidades de Castro e Piraí do Sul e diferencia-se por apresentar terras planas e regiões alagadiças.

O Segundo Planalto, também conhecido como Planalto de Ponta Grossa ou dos Campos Gerais, tem seus limites entre a Escarpa da Serrinha a Leste e a Escarpa da Esperança (Serra Geral) a Oeste. Nesta região as altitudes mais elevadas variam entre 1.100 e 1.200m junto à Escarpa da Serrinha. O terreno tem declividade em direção a Oeste, Sudoeste e Noroeste, chegando a alcançar altitudes entre 350 e 560 m junto a Escarpa da Esperança.

O Terceiro Planalto Paranaense é o mais extenso das unidades geomorfológicas do Estado, ocupando cerca de 2/3 do Estado com uma área de 140.000Km<sup>2</sup> (MAACK, 1981). E é subdividido em:

- a) Planalto de Cambará e São Jerônimo da Serra;
- b) Planalto de Apucarana;
- c) Planalto de Campo Mourão;



- d) Planalto de Guarapuava;
- e) Planalto de Palmas.

A área de estudo é parte do Planalto de Guarapuava e possui aproximadamente 350 km de extensão no sentido Leste-Oeste e de 150 km no sentido Norte-Sul, totalizando pouco mais de 37% da área do Terceiro Planalto Paranaense. Localiza-se entre os Rios Iguaçu e Piquiri. Estando entre as latitudes  $24^{\circ}50'00''$  e  $25^{\circ}55'00''$  Sul e entre as longitudes de  $51^{\circ}30'00''$  e  $54^{\circ}20'00''$  Oeste tendo limite Leste com a Escarpa da Esperança. A Figura 1 indica a referida área de estudo.

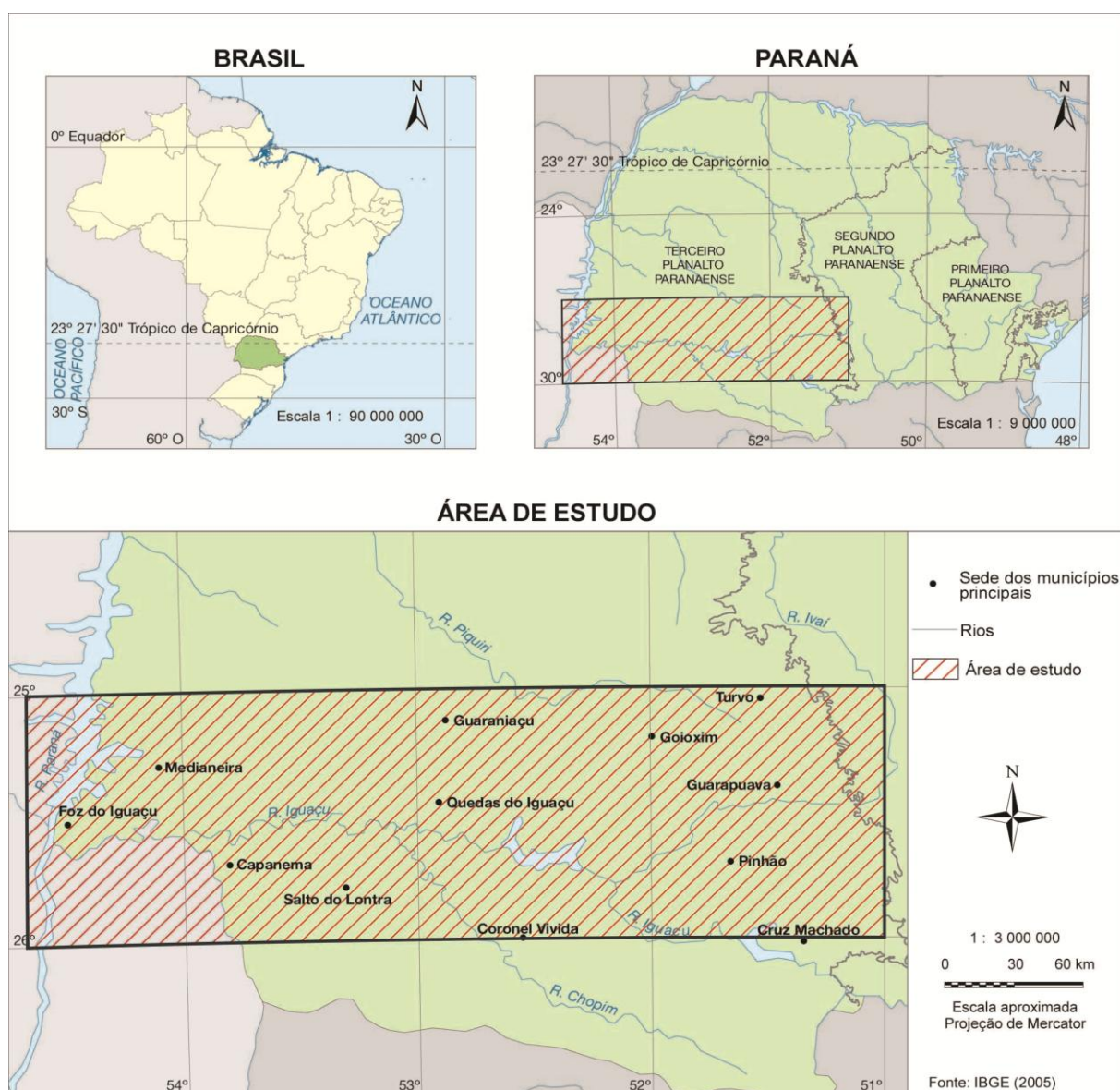


Figura 1 – Localização da área de estudo

FONTE: Atlas Nacional Digital. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. (Adaptado por SILVA, 2009).

## 1.4 ESTRUTURA DA TESE

Na introdução, discorreu-se sobre o tema, a hipótese da Tese, os objetivos, a justificativa e a delimitação da área objeto da pesquisa.

Nos capítulos dois e três, fundamentou-se teórica e empiricamente os conceitos precípuos do Planalto de Guarapuava, que permitiram a construção da Tese.

No capítulo quatro indicou-se o *design* da pesquisa, seu posicionamento metodológico, a estratégia de pesquisa de gabinete e a estratégia de pesquisa de campo, as técnicas de coleta, de análise e de interpretação de dados teóricos, metodológicos e de campo, além de indicar também os procedimentos operacionais que auxiliaram no processo de construção desta pesquisa científica.

No capítulo cinco foram identificadas, descritas e analisadas, à luz do conteúdo do aporte teórico e metodológico as superfícies aplanadas do Planalto de Guarapuava no transecto entre os rios Iguaçu e Piquiri a partir da Serra da Esperança até o rio Paraná.

No capítulo seis foram feitas as principais considerações e inferências finais da Tese.

Finalizou-se a pesquisa, indicando as referências que auxiliaram na produção desta Tese.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Quando se pretende entender a evolução das formas de relevo de uma determinada área, deve-se considerar as características geológicas, pedológicas, hidrológicas, climáticas e biológicas da respectiva área (FURRIER, 2007).

As formas diferenciadas do relevo decorrem da atuação simultânea, porém desigual, ao longo do tempo e no espaço das atividades climáticas de um lado e da estrutura da litosfera de outro. Tanto o clima quanto a estrutura não se comportam sempre iguais, ambos se modificam continuamente, da mesma maneira, o relevo como os demais componentes da natureza, é dinâmico e, portanto, em constante estado de evolução (ROSS, 2001).

Segundo Fernandes e Almeida (1996), as formas estruturais do relevo associam-se tanto a fatores endógenos ativos, manifestos pela tectônica, quanto a fatores passivos, relacionados à resistência das rochas ao intemperismo e à erosão, estabelecidos pela ação climática.

E dessa maneira, embora o relevo pareça ser um componente estático do meio, está em constante processo de evolução, com velocidades variadas, interagindo, a todo instante, com os demais componentes da paisagem (BIGARELLA, 1961).

Essa concepção da interação de forças entre componentes da litosfera e da atmosfera foi trabalhada por Penck (1953)<sup>1</sup>, citado por Castro e Jatobá (2004), quando definiu que as formas do relevo terrestre são produtos de ação de processos endogenéticos e exogenéticos e, portanto, respectivamente, do interior da crosta e da atmosfera.

Esta dinâmica interna se reflete na superfície terrestre estabelecendo a estrutura do relevo por meio de processos endógenos, orogênicos, epirogênicos, plutônicos, vulcânicos, de metamorfismo, entre outros (Ross 2001). A tectônica é responsável inclusive pela origem de bacias estruturais nas quais ocorreram processos extensivos de sedimentação, que geraram bacias sedimentares a exemplo da Bacia do Paraná. Já a dinâmica da atmosfera comanda os fenômenos

---

<sup>1</sup>PENCK, W. *Morphological Analysis of Land Forms*. London: Macmillan and Co., 1953.

de superfície que esculpem as rochas, elaborando modelados por meio do intemperismo, da erosão e do transporte detrítico (COLTRINARI, 1982).

Os modelados são conjuntos de formas originadas da atuação direta e indireta do clima sobre o relevo, variando de acordo com o tipo e a intensidade dos processos morfogenéticos (COLTRINARI, 1982). Dessa maneira, o relevo é entendido como o conjunto de grandes unidades que se distinguem na paisagem física, originadas por forças internas responsáveis pelo arranjo litológico e estrutural que sustenta as formas. A disposição das rochas na superfície terrestre se constitui desta forma no arcabouço do relevo, dando origem às formas relacionadas à litologia e à estrutura como maciços, planaltos, serras e escarpamentos.

Quando se estuda as formas de relevo, é necessária a análise da participação dos climas hodiernos e pretéritos, sendo que inúmeras dessas formas existentes em determinadas regiões morfoclimáticas são, em geral, heranças de processos erosivos desencadeados sob condições climáticas diferentes das atuais. As feições de relevo que não estão em consonância com as condições climáticas atuais das áreas onde elas se encontram são chamadas paleoformas de relevo (BIGARELLA, 1985).

Os processos morfogenéticos deixam as suas marcas sobre as formas de relevo e cada processo destes envolve um conjunto característico, segundo assevera Thornbury (1960). Esses processos são agrupados em duas categorias distintas. De um lado há os processos oriundos de forças endógenas do planeta. Do outro, há aqueles que se verificam na superfície terrestre; são os chamados processos exógenos do relevo terrestre (MAACK, 1948; 1981 e ROSS; 2001).

Os processos exógenos provêm da atmosfera e da hidrosfera (Bigarella, 1961), além das ações antrópicas (MORIN, 2003). Correspondem, de uma maneira geral, ao intemperismo, à desnudação e a acumulação. Surgem, então, nessa categoria de fatores geomorfológicos, os diversos elementos climáticos (variação de temperatura, ventos, umidade atmosférica, precipitações, etc.) que alteram as rochas e contribuem para que estas sejam removidas através dos processos de erosão e transporte (CASTRO; JATOBÁ, 2004).

Para Tricart e Cailleux (1965), o clima influencia o relevo de maneira direta e indireta. As influências diretas são decorrentes dos principais elementos do clima sobre os corpos rochosos que estão expostos ao ar atmosférico. Esses são a temperatura, a umidade, os ventos e as precipitações. As influências indiretas manifestam-se por meio da cobertura vegetal, que

funciona como um obstáculo à atuação dos elementos climáticos sobre as formações superficiais (BIGARELLA, 1985).

## 2.1 PALEOCLIMAS E ESCULTURAÇÃO DO RELEVO

As formas de relevo estão em contínua evolução e apresentam formas herdadas de condições hidrológicas e hidrodinâmicas diferentes das atuais (AB'SÁBER 1960; VALADÃO 1998; SUGUIO 1999; ROSS 2001; PAISANI 2008). O caráter recorrente destas, revelado por mais de uma geração de formas de relevo, permite inferir que a evolução do modelado no Quaternário esteve estreitamente vinculada às grandes mudanças climáticas verificadas principalmente no Pleistoceno (AB'SÁBER, 1962; BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965; SUGUIO, 1999).

Evidências de flutuações climáticas foram aventadas e sugeridas por inúmeros pesquisadores nas últimas décadas dentre eles AB'SÁBER, (1961); MONTEIRO (1968); VALADÃO (1998); SALGADO (2007). Sabe-se que os climas no Pleistoceno eram muito diferentes dos atuais, portanto não somente a vegetação como também o relevo daquela época eram bem diferentes.

As variações climáticas relacionadas com a expansão e recuo periódico nas geleiras pleistocênicas corresponderam, nas latitudes médias e baixas, a climas tropicais e subtropicais nas épocas interglaciais e a climas semi-áridos a áridos nas épocas glaciais BIGARELLA; SALAMUNI, MARQUES (1961); AB'SÁBER, (1977); TRICART, (1978); VALADÃO, (1998); PAISANI; (2008). Tanto nas épocas úmidas como nas semi-áridas ocorreram flutuações menores respectivamente para mais seco ou para mais úmido BIGARELLA; AB'SÁBER, (1964); BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, (1965), cujas ocorrências mais conhecidas datam do Holoceno (BIGARELLA; MAZUCHOWSKI, 1985).

No Brasil, considerando os estudos pioneiros de Bigarella (1961), as flutuações climáticas, variando dos climas úmidos para os semi-áridos tem sido utilizadas para explicar a presença de feições policíclicas na paisagem. Durante as fases úmidas a predominância da erosão linear originaria a dissecação do relevo, enquanto as fases semi-áridas seriam responsáveis pelo desenvolvimento de superfícies de pedimentação, durante as glaciações pleistocênicas, no Hemisfério

Norte (CALDER, 1983). Os climas úmidos ocorreriam nos períodos interglaciais e os semi-áridos corresponderiam aos períodos glaciais. Ainda para Calder (1983), este condicionamento da evolução da paisagem às condições climáticas não exclui o efeito dos movimentos tectônicos ou eustáticos, porém lhes confere apenas importância menor.

Bigarella (1975) salienta que o Quaternário no Brasil meridional caracterizou-se por mudanças climáticas profundas e extremas. Fases semi-áridas prolongadas alternavam-se com fases úmidas. Naquelas de longa duração, processava-se a erosão mecânica, originando superfícies planas de erosão. Nestas, tinham lugar, a decomposição química das rochas com formação de espessos regolitos, dando origem a solos mais espessos. Nas épocas semi-áridas as florestas deixaram de existir na maior parte do território, restringindo-se a áreas refúgios nas quais as condições climáticas locais permitiam sua sobrevivência. Segundo esse mesmo autor, a rarefação do revestimento florístico expunha os solos a um regime diferente de chuvas, provavelmente o de chuvas concentradas, acelerando de forma apreciável o entalhamento da superfície, enquanto que em épocas úmidas, ocorria a expansão das florestas.

Entre os primeiros autores a chamar a atenção sobre modificações climáticas do Quaternário no Paraná, encontra-se Maack (1948), referindo-se aos amontoados de grandes blocos e seixos nos sopés da Serra do Mar.

Influenciadas por um clima do Quaternário recente, as rochas eruptivas básicas do Terceiro Planalto, que compreende o planalto de Guarapuava, área objeto da presente pesquisa se decompõem em solos argilosos vermelhos muito coesos, conhecidos como *Terra Roxa*, (nitossolos) ocupando o maior espaço desta unidade fisiográfica (EMBRAPA, 2006). Entretanto, nas áreas de campos nativos do Terceiro Planalto, estes solos são parcialmente ácidos, exibindo valores de pH de 4,2 a 4,5. Como formas relictas de um clima pleistocênico semi-árido, apresentando-se estéreis em determinadas zonas, principalmente onde a decomposição se dá em rochas ricas com base vítrea. Assim, além da terra roxa laterítica influenciada pelo clima, encontram-se solos mais antigos com incrustações de lateritos de textura esponjosa, que não se estendem apenas nas superfícies dos campos, mas também abaixo da terra roxa das matas pluviais tropicais, como testemunhos climáticos de fases semi-áridas do Quaternário (MAACK, 1981).

De acordo com Maack, (1948) citado por Bigarella e Mazuchowski (1985), o aspecto morfológico atual é fruto da alternância de processos morfogenéticos relacionados a diferentes sistemas morfoclimáticos recorrentes, que operaram sobre um arcabouço morfo e geoestrutural do final do Cretáceo, submetido à epirogênese positiva. Os processos morfodinâmicos recorrentes, relacionados a períodos alternantes de alta e de baixa energia ambiental, agindo sobre o embasamento geológico em soerguimento epirogênico, deram origem aos compartimentos e modelados geomorfológicos. Estes, por sua vez, sofreram influência das estruturas geológicas, bem como da maior ou menor resistência das rochas aos processos erosivos.

## 2.2 EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO GEOMORFOLÓGICO – A RESPEITO DAS ORIGENS DE SUPERFÍCIES APLANADAS

Os estágios da evolução do relevo, a partir dos processos de erosão, já vêm sendo estudados há bastante tempo. William Morris Davis foi quem primeiro analisou sistematicamente esses estágios, no final do século XIX. Davis (1899), citado por Castro e Jatobá (2004), desenvolveu uma teoria de criação e erosão do relevo que é denominada de ciclo geográfico, ciclo da erosão ou ciclo geomorfológico, que constitui o primeiro conjunto de concepções que explicariam a gênese e a sequência das formas de relevo terrestre. O ciclo começa com o soerguimento do terreno. Rios e fluxos superficiais começam a criar vales em V, encaixados entre as montanhas (a fase chamada Juventude ou Mocidade). Durante esta primeira fase, o relevo é mais íngreme e irregular. Com o passar do tempo, o escoamento pode esculpir vales mais largos (Maturidade) e continuando, deixa o relevo composto por suaves colinas (Senilidade). Finalmente, o que permanece é um plano, uma planície nivelada a mais baixa elevação possível – ou seja, nível de base. Então, o rejuvenescimento acontece e há outro soerguimento e o ciclo continua. O ciclo ideal de erosão raramente é completado, ele sofre interrupções com períodos alternados de soerguimento e estabilidade do nível de base, que podem ocasionar ciclos incompletos, durante os quais os peneplanos soerguidos são dissecados, sendo peneplano entendido como:

Superfície plana ou levemente ondulada, resultante de um ciclo geomórfico, cujo trabalho se realizou até a extrema senilidade. Peneplano ou peneplanície aparece, por conseguinte, como uma forma topográfica de equilíbrio entre a estrutura, a natureza da rocha e a erosão (GUERRA, 2001, p. 472).

Thornbury<sup>2</sup> (1960) referindo-se ao modelo evolutivo do relevo proposto por Davis, afirma que “à medida que os diferentes agentes erosivos atuam sobre a superfície terrestre, produz-se uma sequência nas formas de relevo, com características diversas nos sucessivos estágios de sua evolução”. Segundo Guerra e Cunha (2001), o ciclo iniciava-se com rápido soerguimento, pela ação de forças internas, de superfícies aplanadas que se elevariam criando desnivelamentos em relação ao nível do mar. Os respectivos autores escrevem que:

A ação da água corrente, a erosão normal, atuando sobre o relevo inicial, produziria sua dissecação e, conseqüentemente, a redução de sua topografia, até criar uma nova superfície aplanada (peneplano). Novo soerguimento daria lugar a um novo ciclo erosivo. Do instante inicial ao final, formas típicas seriam modeladas, caracterizando sucessivos momentos evolutivos, como na vida orgânica, passando o relevo pelas fases de juventude, maturidade e senilidade (GUERRA; CUNHA, 2001, p. 139).

Durante muitas décadas, o modelo de Davis foi aplicado pelos geomorfólogos, inclusive no Brasil, para explicar especialmente as superfícies de erosão. Cada fase diferente em que se apresenta o modelado produzia-se uma sequência de formas de relevo individualizadas.

Segundo Castro e Jatobá (2004), Davis considerava que o ciclo de erosão, para se consumar, necessitaria das seguintes condições:

- a) Ocorrência de movimento tectônico capaz de provocar um soerguimento brusco do terreno;
- b) Existência de períodos longos de relativa estabilidade tectônica, quando o relevo é destruído;
- c) Domínio do clima temperado úmido;
- d) Cobertura contínua de regolito e solos;
- e) Nível de base geral (Oceano), em direção ao quais os rios se ajustaram;
- f) Drenagem exorréica.

---

<sup>2</sup>THORNBURY, W.D. Princípios de Geomorfologia. Buenos Aires: editora Kapelusz 1960.



A teoria de Davis teve ainda a função de provocar uma enorme evolução nos estudos que relacionavam as formas topográficas com a sua estrutura, dando origem à Geomorfologia estrutural. Sua teoria manteve-se como referência até metade do século XX.

Entre as décadas de 1960 e de 1970, seguindo a corrente anglo-americana, os estudos elaborados rejeitaram o paradigma davisiano sem, contudo, substituí-lo por outro, caindo em formulações estéreis. Somente a partir de Morley e Zunpfer (1976) e Thornes e Brunsden (1977) citado por Bigarella e Mazuchowski (1985) é que surgiu uma posição crítica liberta de preconceitos, valorizando as observações de campo, segundo um referencial têmporo-espacial.

O desenvolvimento da Geomorfologia na Alemanha teve como base os conceitos estabelecidos pelos naturalistas, ao contrário dos americanos, cujo alicerce fora construído por geólogos. A escola alemã, liderada por Walter Penck, defensora de uma concepção integrada dos elementos que compõem a superfície terrestre, também colocou Davis como alvo de críticas, uma vez que este se fundamentava na proposta de uma geomorfologia de puro positivismo evolucionista.

Walter Penck (1924) citado por Castro e Jatobá (2004), apresentando-se como um dos principais opositores das ideias propostas por Davis, no seu trabalho *Die Morphologische Analyse* (1924) contrapôs-se à concessão progressiva e irreversível, ou seja, a de formação seguida de erosão de Willian Morris Davis.

Penck (1924) defendeu as interferências entre movimentos contínuos da crosta terrestre e a ação das formas exógenas: o relevo deveria ser analisado considerando todos os processos internos e externos, de acordo com sua evolução histórica (AMARAL, 1965).

Penck (1924) ainda procurou demonstrar a relação entre entalhamento do talvegue e efeitos denudacionais em função do comportamento crustal, que poderia se manifestar de forma intermitente e com intensidade variável, sendo este o ponto principal de sua crítica a Davis. Assim, propunha que em caso de forte soerguimento crustal, se observaria uma correspondente incisão do talvegue, que por sua vez implicaria a aceleração dos efeitos denudacionais em razão do aumento do gradiente da vertente. Relacionou ainda as formas das vertentes às mudanças de intensidade do soerguimento em relação aos processos erosivos. Contribuindo dessa maneira com a teoria de pediplano de Lester C. King (1953) citado por Hack (1972, p.87), expandindo o conceito de desenvolvimento das vertentes e mostrando

que ambas as teorias referem-se ao conceito cíclico, cuja paisagem desenvolve-se em estágios ligados às mudanças do nível de base.

Bigarella et al. (1965) afirmam que Penck (1924) teve o mérito de ter chamado a atenção para as vertentes como unidades básicas por meio das quais se faz a evolução da paisagem.

Para Rodrigues (1998), Walter Penck foi muito criticado pelos seus seguidores, pois seu esquema explicativo de evolução da paisagem, tendo as vertentes como unidades base, era por demais dedutivo e teórico, de difícil aplicação na prática. Entretanto, seus estudos foram retomados por Gerassimov (1946 -1968) e Meserjakov (1968), que os utilizaram para desenvolver uma análise morfoestrutural e morfoescultural do relevo, além de pesquisas correspondentes à Cartografia Geomorfológica. Nesse sentido, Ross (1996, p. 48) explica que:

Todo o relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito, que atuaram e atuam nessa estrutura. Deste modo, a morfoestrutura e a morfoescultura definem situações estáticas, produto da ação dinâmica do endógeno e do exógeno [...]. Deve estudar não os componentes da natureza, mas as conexões entre eles; não se deve restringir à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas, de preferência projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexão etc.

De acordo com Penck (1924), não haveria um equilíbrio perfeito, podendo haver, segundo ele, uma erosão e um soerguimento simultaneamente. Ele acreditava no recuo paralelo das vertentes, sendo este o processo aceito para o entendimento da evolução morfológica. Embasado nos princípios de Penck (1924), King (1953)<sup>3</sup> e Pugh (1955)<sup>4</sup>, da escola anglo-americana, admitiram períodos rápidos e intermitentes de soerguimento crustal, separados por longo período de estabilidade tectônica; predomínio da denudação, concomitante ao soerguimento utilizando o conceito de recuo de vertentes, proposto por Penck. Esses autores desenvolveram a teoria da pediplanação, que é o processo de formação de superfícies aplanadas ou pediplanos, aos quais ainda associam-se a formas residuais. (FLORENZANO, 2008).

<sup>3</sup> KING, L. C. Canons of Landscape Evolution. Bulletin. Geological Society of America, Washington, v. 64, n. 7, p. 721-732, 1953.

<sup>4</sup>PUGH, J. C. Isostatic Readjustment and the Theory of Pediplanation. Quarterly Jour. Geol. Society, n. 111, p. 361-369, 1955.

Bigarella e Mazuchowski (1985) afirmam que o sistema proposto por Lester C. King desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial, ao mesmo tempo em que procurava restabelecer o conceito de estabilidade tectônica considerado por Davis anteriormente, embora admitindo ajustamento por compensação isostática, utilizou o paralelo das vertentes como forma de evolução morfológica, proposto por Penck. Esse modelo explicativo da formação das superfícies de erosão proposto por King na década de 1950 ficou conhecido como modelo de pediplanação.

No modelo de King o recuo acontece a partir de determinado nível de base, iniciando pelo geral, cujo material resultante responde pelo entalhamento das áreas depressionárias originando os denominados pedimentos. Bigarella et. al., (2003 p. 142) afirmam que:

O significado da palavra pedimento tem sido objeto de algumas controvérsias. Ao lado do seu caráter puramente descritivo, tem sido usado com implicações genéticas. Apenas de nem todos os processos ligados ao seu desenvolvimento serem conhecidos, o pedimento pode ser considerado, inicialmente, como uma feição morfológica desenvolvida durante períodos em que as condições climáticas favoreceram a operação de processos hidrodinâmicos e condições de intemperismo específicos.

As diferenças básicas entre o modelo de King e de Davis residem em dois fatos: o nível de base e o modo como se processa a evolução das vertentes. O nível de base é o nível abaixo do qual não pode acontecer erosão pelas águas superficiais.(CASTRO; JATOBÁ, 2004)<sup>5</sup>.

Para Lester King (1955), a erosão continental não poderia ser controlada apenas pelo nível de base geral, como preconizava Davis (1899), uma vez que qualquer ponto de um rio poderia ser considerado como um nível de base para as áreas à montante. Além disso, cada ponto da vertente, para King, seria um nível de base para as porções superiores da mesma vertente (CASTRO; JATOBÁ, 2004).

De acordo com Castro e Jatobá, 2004, King defendia que as vertentes evoluíam a partir do recuo paralelo que se verificava nestas por processos de erosão lateral. Davis, ao contrário, era da opinião de que as vertentes sofriam um rebaixamento contínuo.

---

<sup>5</sup> Há três níveis de base: geral, local e temporário ou estrutural. O nível de base geral é aquele que corresponde ao nível médio do oceano. O nível de base local pode ser um mar interior, um lago ou qualquer ponto de um rio. Já o nível de base temporário ou estrutural compreende uma área litológica mais resistente disposta ao longo do caminho de um rio, como por exemplo, uma soleira fluvial (JATOBÁ; LINS, 2003).

King considerava que os condicionantes físicos da evolução da paisagem são os mesmos sob todos os climas. Para ele, as influências das mudanças climáticas como fatores atuantes no modelado fora das áreas submetidas a climas glaciais, periglaciais e extremamente áridos, não afetam o esquema fundamental da evolução das vertentes. Encontrando semelhanças nas formas de relevo de diferentes regiões climáticas, King afirmava que o clima tem pouca influência no desenvolvimento das encostas. Admitia, entretanto, exceções onde ocorre um desenvolvimento anormal: regiões glaciais e periglaciais ou nas áreas desérticas em que predominam as ações eólicas. King considerava como fenômenos normais os processos, formas do modelado e evolução da paisagem que ocorrem nas regiões semi-áridas.

King não considerava as influências das mudanças e flutuações climáticas sobre a evolução do relevo e defendia que os pediplanos, pedimentos e inselbergues eram formas que se encontravam em evolução.

A origem dos inselbergues é um tema que vem sendo discutido, há bastante tempo, na comunidade acadêmica geomorfológica internacional. Inúmeras hipóteses já foram levantadas para explicar essas formas residuais vistas, às vezes solitariamente, sobre as superfícies de erosão. Uma das hipóteses mais conhecidas sobre a gênese dos inselbergues é a da regressão das escarpas. Lester King foi um dos maiores defensores da hipótese da regressão das escarpas. Os processos que explicariam essa regressão podem ser assim resumidos: em primeiro lugar, a vertente sofre uma intensa desagregação mecânica. Em seguida, o regolito é retirado pelo escoamento superficial em lençol. Os detritos rochosos arrancados acumulam-se na base da vertente. Novamente, a vertente é mecanicamente desagregada e os detritos posteriormente retirados. Assim, as vertentes vão recuando paralelamente a si mesmo, gerando pedimentos e inselbergues (CASTRO e JATOBÁ, 2004).

Os defensores dessa hipótese consideram que a regressão das escarpas e o conseqüente surgimento dos inselbergues só se verificam sob condições climáticas quentes e secas. Contudo, na atualidade, essas feições de relevo são encontradas fora dos ambientes quentes e secos, como, por exemplo, nas áreas tropicais úmidas. Nesse caso, diz-se que são paleoformas de relevo.

De acordo com Jatobá (1984, p. 56):

Os inselbergues são formas de relevo isolados encontradas sobre os pediplanos. Jean Dresch caracterizou os inselbergues como sendo relevos em forma de “ilhas”, pouco extensos e esfacelados, sem sistema de vales e cristas. Há inselbergues de resistências e inselbergues residuais. São considerados de resistência quando existe graças à ocorrência de uma rocha mais compacta e resistente do que as das áreas vizinhas. São tidos como residuais quando representam um resto de uma antiga superfície de erosão (pediplano) e se comportam como divisores d’água. Os inselbergues assumem as formas mais variadas. Há inselbergues, desenvolvidos em rochas graníticas, que têm a forma de diáclases recurvadas.

Jatobá e Lins (2003) observam com propriedade que Bigarella, Ab’Saber, Andrade, dentre outros autores, não concordavam com as ideias de King. Esses geomorfólogos passaram a vislumbrar a possibilidade de que mudanças climáticas entre o úmido e o seco, pelo menos no território brasileiro, poderiam ter desempenhado um papel de extrema relevância na morfogênese do relevo.

## 2.3 VARIAÇÕES CLIMÁTICAS

Os sistemas climáticos do passado deixaram as suas marcas nos relevos de cada região, possibilitando assim o reconhecimento e o entendimento da leitura da paisagem atual. Os diversos tipos climáticos que ocorreram em tempos geológicos passados, nas diferentes regiões do planeta e dos quais muitas vezes não se tem percepção hoje, têm importância relevante na morfologia do terreno e na cobertura vegetal de cada região (BIGARELLA, 1975).

Segundo Suguio (2001), os estudos do Quaternário são capazes de estabelecer esta ligação entre o passado geologicamente pouco remoto e o presente. Portanto, o período Quaternário oferece uma relação direta com o quadro natural que se conhece no presente, sendo, portanto, seu estudo, fundamental para se tentar estabelecer alguns prognósticos futuros, embora esta tarefa seja, ainda extremamente complexa.

A primeira grande meta dos estudos do Quaternário reside na sua aplicação à ciência ambiental. Os conhecimentos cada vez mais aprimorados do presente e do passado geologicamente pouco remoto da natureza devem fornecer os subsídios indispensáveis ao relacionamento progressivamente mais harmonioso do Homem com a natureza. [...] Os estudos do Quaternário que adotam técnicas de abrangência global na tentativa de compreensão das dinâmicas naturais pretéritas e presente, certamente fornecem subsídios necessários ao desenvolvimento sustentável isento de maiores problemas ambientais futuros. (SUGUIO, 2001, p. 18).

Considerando a tabela apresentada por Suguio (2001 p.18), tem-se:

A Era Cenozóica possui dois períodos: o Terciário e o Quaternário. O período Quaternário é dividido em duas épocas, o Pleistoceno, mais antigo e o Holoceno, mais recente até os dias atuais. Para este trabalho será adotada a Cronologia mundial do Período Quaternário (SUGUIO, 2001). Conforme figura 2.

QUATERNÁRIO										
PERÍODO	Pleistoceno Superior		Pleistoceno Médio		Pleistoceno Interior		GLACIAÇÃO ITALIANA AND. SUBAN.			
ÉPOCA	Holoceno									
CLASS. MAGNETO-ESTR.	Brunhes				Jaramillo Matuyama					
IDADE X 10 <sup>3</sup> ANOS	10		50		100		200		300	
ESTÁGIO ISOTÓPICO	1		2		3		4		5a	
GLACIAÇÃO ALPINA (ANDAR)	Flandriano		Recente		Flandriano		Flandriano		Recente	
GLACIAÇÃO LAURENCIANA (ANDAR)										
GLACIAÇÃO INGLÊS (ANDAR)										
GLACIAÇÃO ESCANDINAVA (ANDAR)										
ZONA PALINO-LÓGICA DO NORTE DA EUROPA										
GLACIAÇÃO ITALIANA AND. SUBAN.										

Figura 2 – Divisões do período Quaternário  
FONTE: Suguio (2001)

Conforme Suguio (2001, p. 22), o início do período Pleistoceno ocorreu há cerca de 2,588 Ma, “representando o começo dos paleoclimas glaciais que moldaram a fisiografia de grandes extensões da Terra”. Este período teria sua extensão temporal “correspondente a 180 vezes a do Holoceno”.

De acordo com este autor, o período Holoceno iniciou-se com o final da última era glacial pleistocênica, sendo admitida como cerca de dez mil anos e sua subdivisão, tanto em termos culturais como em ciências naturais não é muito fácil.

As profundas mudanças climáticas e as pequenas flutuações do clima desempenharam um papel importante no desenvolvimento da paisagem atual. Estudos têm demonstrado que houve, por toda a superfície do Globo, extrema instabilidade climática durante o Pleistoceno. A tendência inicial foi a de correlacionar os períodos glaciais das latitudes elevadas a fases pluviais na faixa tropical e subtropical. Vários pesquisadores como Ab'Sáber (1969), Thomas (1989) Bigarella e Passos (2003) mantêm tal ponto de vista. Outros pesquisadores como Damulth e Fairbridge (1970) e Fairbridge (1986) e Baud *et al.* (1997) acreditam que durante as glaciações tenha havido um deslocamento das zonas climáticas. Finalmente, nos últimos anos começou a ganhar vulto a opinião de que nas épocas frias do Quaternário, em grande parte das regiões tropicais e subtropicais, teria ocorrido uma diminuição sensível da pluviosidade ou modificações da distribuição das chuvas, generalizando-se condições de semi-aridez, enquanto as épocas úmidas corresponderiam aos interglaciais (BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965).

Os autores citados afirmam que as mudanças profundas dos climas vigentes no Quaternário afetaram todo o globo terrestre. Durante as glaciações os processos de degradação lateral foram importantes não apenas nas regiões periglaciais, como também nas regiões de menor latitude. Nessas ocasiões, as condições climáticas severas permitiram um desenvolvimento de superfícies aplanadas associadas a depósitos correlativos (BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965).

As glaciações são acontecimentos ocasionais na vida da Terra que ocorreram em diversos períodos geológicos. Nas últimas eras geológicas, mais especificamente na Cenozóica, durante as glaciações do Quaternário, o clima foi afetado em todo o planeta (BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965).

As variações climáticas do Quaternário têm sido abordadas e interpretadas de diversas maneiras Damulth e Fairbridge (1970) afirmam que atualmente já existem evidências suficientes para adaptar o conceito de “preparação topográfica global” com as pequenas variações seculares de insolação recebidas em função da mecânica celeste (BIGARELLA *et al.*, 2003).

Existem várias hipóteses para explicar a causa das glaciações:

- a) A diminuição da quantidade de radiação solar que chega à Terra.
- b) O surgimento de grandes massas continentais, durante o Plioceno como resultado de movimentos epirogênicos e orogênicos que poderiam interceptar grande quantidade de precipitação (teoria da topografia solar).

- c) A grande quantidade de poeiras vulcânicas na atmosfera.
- d) A variação da posição dos continentes devido a mudanças na posição dos polos ou alterações nas correntes oceânicas que transportam correntes quentes, como a do Golfo.

De acordo com Bigarella *et al.* (2003), a órbita da Terra ao redor do Sol, bem como, a orientação do seu eixo de rotação sofre variações espaciais seculares em relação a um plano de referência fixo. Estas variações são devidas a perturbações gravitacionais inerentes ao próprio sistema planetário. Os principais responsáveis por essa dinâmica são: excentricidade da órbita, longitude do periélio e a obliquidade da eclíptica.

Na transição de uma fase climática para outra devem ser consideradas não apenas mudanças na cobertura vegetal, mas também modificações nos vários processos atuantes. Segundo Bigarella *et al.* (1965), durante o clima úmido desenvolveu-se um manto de decomposição formado, principalmente, por alteração química sobre o qual a floresta vicejou. O manto de decomposição atinge, no Sul e Sudeste do Brasil, uma espessura usual de cinco a quinze metros, ou mais, chegando ao norte do Paraná, a sessenta metros. Na transição do clima úmido para um mais seco a floresta regride, sendo substituída por uma cobertura vegetal menos densa, do tipo Cerrado ou Caatinga (MAACK, 1981). Essa vegetação pode ser vista ainda hoje nos municípios paranaenses de Campo Mourão, Sengés, Jaguariaíva e Arapoti. Sob a cobertura florestal os solos eram protegidos contra a erosão acelerada. Tal não acontece sob o novo tipo de vegetação (TROPPEMAIR, 1995). Sob um regime de chuvas concentradas, os rios tendem a ser intermitentes, com grandes variações na sua descarga. Há também um progressivo aumento na carga sólida dos rios, resultante da erosão acelerada das vertentes desprotegidas (BIGARELLA, MAZUCHOWSKI 1985).

Como já foi mencionado, o período Quaternário caracterizou-se por mudanças climáticas periódicas e drásticas, isto é, mudanças na distribuição das massas de ar e no sistema dos ventos. O regime de temperatura global foi por sua vez, amplamente afetado pela transferência de calor por meio das correntes marinhas e ventos BAUD *et al.*, (1997); BRYANT, (1997); SUGUIO, (1999) e BIGARELLA *et al.*,(2003).



Segundo Veloso (1975), o conhecimento climático e o geomorfológico ajudarão a elucidar o complexo quadro paisagístico do sul do Brasil. No que tange o quadro geomorfológico, Bigarella (1964) aponta inúmeros depósitos sedimentares no Sul do Brasil que documentam estas oscilações climáticas. “A história deposicional do Quaternário acha-se ligada principalmente às fases semi-áridas, [...] tendo na Formação Guabirotuba, na bacia sedimentar de Curitiba os depósitos mais antigos do Quaternário” (BIGARELLA, 1964).

Bigarella, Marques e Ab’Saber (1961, *apud* BIGARELLA *et al.*, 2003) consideram para o Pleistoceno várias épocas de clima semi-árido, de duração apreciável, com pedimentação, intervaladas por épocas úmidas, acompanhada por dissecação profunda por meio de erosão linear.

Sobre a influência paleoclimática na evolução do relevo, Bigarella, Mousinho e Silva (1965) apresentam um trabalho de grande relevância, propondo um quadro policíclico na dinâmica evolutiva do relevo sob influência climática, sugerindo assim uma categoria de análise diferenciada daquela proposta por Davis sobre o Ciclo Geográfico.

Bigarella e Ab’Saber (1964) (*apud* BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965, p. 119) foram “pioneiros ao generalizar as influências das mudanças climáticas profundas na explicação de toda a paisagem oriental do país”. Ainda segundo estes autores, climas com características de aridez originam as “grandes superfícies aplanadas (pediplanos) e níveis embutidos nos vales (pedimentos)” (BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965).

Neste sentido, os processos de pedimentação e pediplanização passam a representar melhor a evolução das paisagens, ao contrário da ideia de peneplanização. Este termo, oriundo das proposições de Davis (1899; 1930 *apud* PASSOS; BIGARELLA, 2003, p. 109), se refere ao ciclo geográfico ideal, em que “o manto de intemperismo migraria pela ação da gravidade encosta abaixo sendo então removido pelo rio como parte de sua carga”. Desta forma haveria uma ciclicidade na evolução do relevo, transcorrendo de um relevo jovem, passando pela maturidade e atingindo a senilidade. O ciclo seria retomado por influências tectônicas que soergueriam novamente o relevo regional, iniciando assim uma nova etapa do ciclo de erosão. O modelo teórico proposto por Davis apresenta uma concepção finalista, e todo o relevo tem começo, meio e fim, podendo, entretanto recomeçar com um processo de rejuvenescimento (ROSS, 2003).

Ross (2003) avalia que, a partir da década de 1920, a teorização de Davis, sobre o ciclo erosivo passa a ser refutada e inúmeros geógrafos, inicialmente alemães e franceses, passam a considerar a influência climática na evolução do relevo. “Dentro dessa nova postura de análise geomorfológica, a erosão normal deixou de ser a base para a interpretação para explicar a evolução do relevo, surgindo outros elementos de avaliação nos processos geradores das formas”.

### **2.3.1 Superfícies de Aplanamento**

A identificação, análise e classificação genética das formas de relevo adotada, baseiam-se em modelos fundamentados na relação entre a geologia (natureza e idade das rochas) e grandes unidades geográficas representativas das superfícies de aplanamento (BIGARELLA; MAZUCHOWSKI, 1985).

Testemunhas da possante esculturação das terras emersas, as superfícies de aplanamento são frequentemente consideradas como a última etapa, inexorável, da evolução dos relevos criados pelas dinâmicas internas. Definidas como peneplanos, pedimentos e até ultiplanos (TWIDALE, 1983), elas se situam no centro dos grandes modelos de evolução em longo prazo do relevo continental e alimentam reflexões sobre a natureza funcional ou herdada (paleosuperfície), sobre o significado cronológico dos mecanismos envolvidos e sobre o contexto geodinâmico no qual se inserem (SOUZA *et al.*, 2005).

A ocorrência repetida de formas de relevo em diferentes altitudes em uma região tem despertado a atenção dos geomorfólogos. A compartimentação do relevo do território brasileiro em escala regional caracterizou-se, em sua fase inicial, pela identificação de superfícies de aplanamento relacionadas a ciclos de erosão de diferentes idades. Esses estudos (JAMES, 1933; DE MARTONNE, 1940) foram realizados sob forte influência do Ciclo Geográfico de Davis (1899), e nestes figuram peneplanos, peneplanícies, relevos jovens, maduros e rejuvenescidos (ROSS, 1991).

No Brasil ocorrem vastas áreas aplanadas. Elas têm sido interpretadas como peneplanícies, e mais recentemente como pediplanos (KING, 1955; BIGARELLA; AB'SABER, 1964). Ao estudar os sedimentos situados nas proximidades destas paisagens, Bigarella e Salamuni (1961; 1962) observaram que a estrutura e a

textura do material depositado indicavam uma ação de transporte rápida e poderosa, tal como seria de se esperar em áreas sujeitas a condições de semi-aridez.

Souza *et al.* (2005) afirmam que as superfícies de aplanamento ou superfícies rochosas horizontalizadas resultantes da ação erosiva, com declives apenas suficientes para ocorrência de escoamento superficial livre e fluxos fluviais, com frequência representam heranças de superfícies anteriores, por vezes extremamente antigas (como as superfícies proterozóicas no Escudo das Guianas). De acordo com estes autores, elas truncam indistintamente as estruturas do embasamento cristalino e suas coberturas sedimentares, apresentando-se mais ou menos soerguidas, deformadas e dissecadas, substituindo na paisagem como interflúvios planos ou de topografia acidentada.

A maioria dos pesquisadores concorda que as altas superfícies aplanadas são as mais antigas, e no Brasil os melhores exemplos referenciados são de Ab'sáber (2002). Este autor afirma que as superfícies com altitude e idade decrescente, respectivamente, são Cretáceo Superior/Terciário Inferior, Terciário Inferior, Pliopleistoceno e Pleistoceno/Holoceno, Gondwana, Sul-Americana e Velhas superfícies e o ciclo de dissecação Paraguassu de King (1962) e o Pd3, Pd2 e Pd1, seguidos dos pedimentos P1 e P2 de Bigarella e Andrade (1965).

Nas últimas décadas, preponderou a ideia de um controle das condições próprias das regiões tropicais para o desenvolvimento de superfícies planas como pedimentos ou pediplanos ricos em *inselbergs*. Após Büdel (1957) e Thomas (1989), as publicações passaram a insistir sobre o papel das alternâncias entre fases climáticas úmidas e quentes, propícias à alteração em profundidade (Cripto- alteração), e fases secas ou de vegetação rarefeita, que permitem a remoção dos mantos de intemperismo [o intemperismo é uma resposta das propriedades físicas, químicas e mineralógicas da rocha às condições ambientais existentes na superfície. O intemperismo resulta da interação entre a litosfera e a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera (SUMMERFIELD, 1991; THOMAS, 1994).] e o nivelamento dos desníveis pela erosão areolar, gerando aplanamento do tipo *etchplanation* (caracterizado, sobretudo pela cripto- alteração) e *stripping* (aplanamento por denudação, essencialmente pela ação areolar) (THOMAS, 1989).

Uma das propriedades da teoria da *etchplanação* é a de especificar e qualificar o papel do intemperismo na morfogênese, chamando a atenção para as

interconexões entre as geosferas que compõem o modelado nas regiões tropicais (BÜDEL, 1948, 1957).

No entanto, nos estudos morfogenéticos a serem desenvolvidos nas regiões tropicais quentes e úmidas, alguns novos princípios devem ser incorporados na teoria da etchplanação (VITTE, 1998). É o caso dos sistemas de transformação, nos quais o processo de autotransformação da cobertura pedológica acarreta transformações na morfogênese, contribuindo assim para uma requalificação dos espaços naturais e da própria paisagem (BÜDEL, 1957).

A teoria da etchplanação, associada ao princípio dos sistemas de transformação, procura romper com uma explicação mecanicista do relevo, incorporando efetivamente a dialética penckiana como motriz da construção morfológica da crosta e de suas diferenciações espaciais (SALGADO, 2007).

As primeiras observações sobre o intemperismo químico e a sua importância para a morfogênese nas regiões tropicais quentes e úmidas devem-se aos trabalhos de Branner em 1886, no Brasil, e Falconer em 1911, na Nigéria (THOMAS, 1994). Estes autores atestaram o papel funcional do manto e do *front* de intemperismo nos processos de denudação e formação das paisagens (VITTE, 2001).

Essa teoria foi revolucionada a partir dos trabalhos de Büdel (1957, 1963, 1994). Na sua concepção existe uma integração dialética entre a alteração geoquímica das rochas e a erosão superficial (BÜDEL, 1982), e o processo de lixiviação que promove a disjunção nas ligações ferro-argila, instabilizando os horizontes superficiais, preparando-os para o processo erosivo nas encostas.

Vitte (1998) concluiu que a origem e a evolução do relevo é fruto de longos processos que envolvem tanto as atividades tectônicas com efeitos antigos e recentes, influências estruturais e mineralógicas das rochas, os efeitos paleoclimáticos de climas secos alternados com úmidos, bem como da pedogênese atual. Como já visto anteriormente, essa evolução complexa é conhecida como etchplanação.

A aplicação direta do princípio do atualismo gerou insegurança em interpretar as formas de relevo aplanadas encontradas em meio tropical, pois os processos predominantes nesse domínio morfoclimático são diferentes daqueles encontrados em regimes climáticos áridos e semiáridos (JATOBÁ; LINS, 2003).

Souza et al. (2005) afirmam que além do tipo de intemperismo e do tipo de denudação e da natureza dos sedimentos produzidos, o clima determina também o

volume e a geometria dos corpos sedimentares e as formas do relevo. Generalizando-se, a influência do clima na evolução do relevo manifesta-se como:

- a) Intemperismo: químico nos climas úmidos; físico nos climas secos.
- b) Regolito: formação nos climas úmidos; erosão mecânica nos climas secos.
- c) Denudação: química nas fases úmidas; mecânica e intensa nas fases secas.
- d) Sedimentos: finos e fase solúvel (migradora) nos climas úmidos; grossos, com minerais residuais preservados nos climas secos, ou sub-tectônica ativa; intenso coluvionamento (mobilização do regolito) na transição de fases úmidas para secas.
- e) Forma das encostas: arredondadas e suavizadas nas fases úmidas; retilíneas (com regressão paralela) nas fases secas.
- f) Formas de acumulação: depósitos de *tálus*, leques aluviais, talwegues assoreados nas fases secas; planícies meandranes nas fases úmidas.
- g) Terraços e pedimentos: alargamento dos vales nas fases secas (formação de terraços e pedimentos); entalhamento dos vales nas fases úmidas (erosão dos terraços e pedimentos).

Além dos exemplos citados anteriormente, outros merecem destaque, por serem representativos de situações que permeiam vários eventos nas classificações morfológicas e morfoclimáticas brasileiras. Esses exemplos não esgotam o tema, e devem ser considerados indicativos do quadro dos processos, formas e materiais quaternários no país (SUGUIO, 1999).

Bigarella e Mousinho (1965) descreveram no baixo Vale do Rio Ribeira de Iguape, no litoral Sul do Estado de São Paulo, o que talvez se constitua no mais notável exemplo brasileiro de pedimentação associada à sedimentação fluvial cenozóica em níveis de terraços escalonados, refletindo variações climáticas terciárias e quaternárias. Estudos posteriores postularam a influência da neotectônica no escalonamento dos terraços (MELO *et al.*, 1990, 1994), entretanto sem invalidar a influência paleoclimática na sedimentação e elaboração das formas.

Para Bigarella *et al.* (1965), no Vale do Rio Ribeira “[...] ocorreu uma superfície de aplanamento, designada de Pd1, cujo depósito correlativo seria a formação Pariquera-açu plio-pleistocênica, com remanescentes encontrados nos

morrotes nivelados em cem metros de altitude [...]”. Essa esculturação esteve relacionada a “[...] mudanças climáticas que condicionaram a alternância de processos de degradação lateral e de erosão linear, os quais foram de grande importância à gênese dos sedimentos da formação Pariquera-açu” (ROSS, 2006).

Assim, do mesmo modo que Bigarella *et al.* (1965) Ab’Sáber (1972), consideram que na bacia do Rio Ribeira de Iguape e sobretudo, no baixo Ribeira, o relevo é produto das alternâncias de climas secos (morfogênese mecânica) com climas úmidos (alteração química e transporte fluvial).

Outro exemplo que deve ser mencionado é o da Região Centro-Leste do Estado de São Paulo, abrangendo parte da Depressão Periférica Paulista e porções adjacentes do Planalto Atlântico e Planalto Ocidental. Nesta região foram identificados vários tipos de depósitos associados, resultantes da interferência de diversos fatores, como atividade tectônica terciária, pedimentação em fases paleoclimáticas mais secas, acumulação de materiais eluviais de topo, evolução das encostas e de planícies aluviais (FERNANDES; COIMBRA, 1996; MELO *et al.*, 1997).

De acordo com Paisani *et al.* (2008), com o advento das mudanças climáticas globais ocorridas durante o Cenozóico, se presume que atuais áreas encontradas em domínios morfoclimáticos tropicais e subtropicais passaram por intercalação de regimes climáticos úmidos e semi-áridos em fase com ciclos interglaciais-glaciais.

O modelado da paisagem, sua dinâmica, formas e materiais são constituídos pela somatória de processos atuais e pretéritos, os quais são controlados por fatores estruturais, climáticos e, em importância crescente, sociais (SOUZA *et al.*, 2005).

### **2.3.2 Modelo conceitual de origem e evolução das superfícies de aplanamento**

Para Bigarella *et al.* (2003, p. 1236-1237), “a variação climática para o seco poderia resultar numa fase climática semi-árida longa ou apenas numa curta flutuação em direção a aridez, ainda dentro da fase climática úmida”. Dessa forma os processos erosivos passariam a atuar a partir de uma degradação lateral das encostas, promovendo o aplanamento desta superfície. “Na transição para um clima mais seco, verifica-se um aumento da velocidade de remoção do manto alterado das encostas, principalmente por escoamento superficial e pelos movimentos de massa”.

Os sedimentos escoados dariam origem aos pedimentos, que obstruiriam parcialmente alguns pontos de drenagem (BIGARELLA, 1985).

Uma nova transição de semi-aridez para um clima mais úmido, ou curtas flutuações deste ainda no período semi-árido promoveria um processo de erosão linear, entrando em funcionamento “processos de alteração química [...] responsável pela dissecação do relevo” (BIGARELLA *et al.*, 2003, p. 1237). Com condições de umidade permanente, o “regime fluvial passa de intermitente a permanente. Ocorre um progressivo aumento da descarga média dos rios”, aumentando sua capacidade de transporte, “entalhando o leito com rebaixamento do nível de base local” (BIGARELLA *et al.*, 2003, p. 1237).

Estas oscilações promoveriam um processo policíclico de erosão, deixando no relevo testemunhos em forma de patamares, ombreiras e terraços (BIGARELLA, MOUSINHO; SILVA, 1965; BIGARELLA; PASSOS, 2003). Estas feições estariam relacionadas à formação dos Pedimentos e Pediplanos.

Tal processo de esculpimento do relevo é sugerido em modelo apresentado por Bigarella, Mousinho e Silva (1965), o qual parte de um quadro climático de semi-aridez, em que a paisagem se mostraria em forma de uma superfície de erosão, isto é, superfície aplanada, conforme Figura 3.

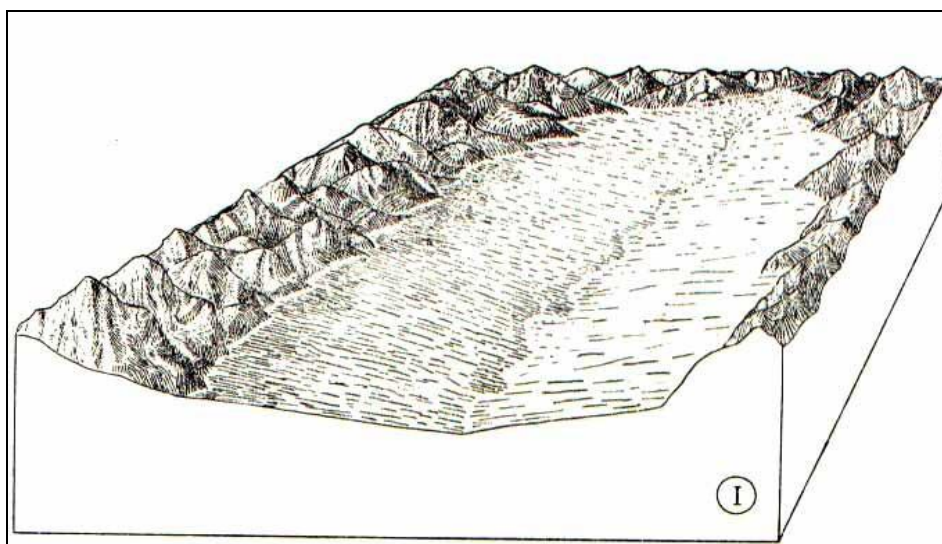


Figura 3 – Bloco Diagrama I

FONTE: Bigarella, Mousinho e Silva (1965, p.104).

Formação de um extenso aplanamento intermontano por processo de pediplanização sob condições semi-áridas.

Esta superfície aplanada intermontana desenvolveu-se a partir de processo de erosão lateral, característica de um quadro climático de semi-aridez. Com flutuações climáticas curtas para um quadro de maior umidade, os processos erosivos passariam a atuar verticalmente, reafeiçãoando a antiga superfície aplanada, promovendo um ligeiro rebaixamento do seu nível de base de erosão, conforme Figuras 4 e 5.

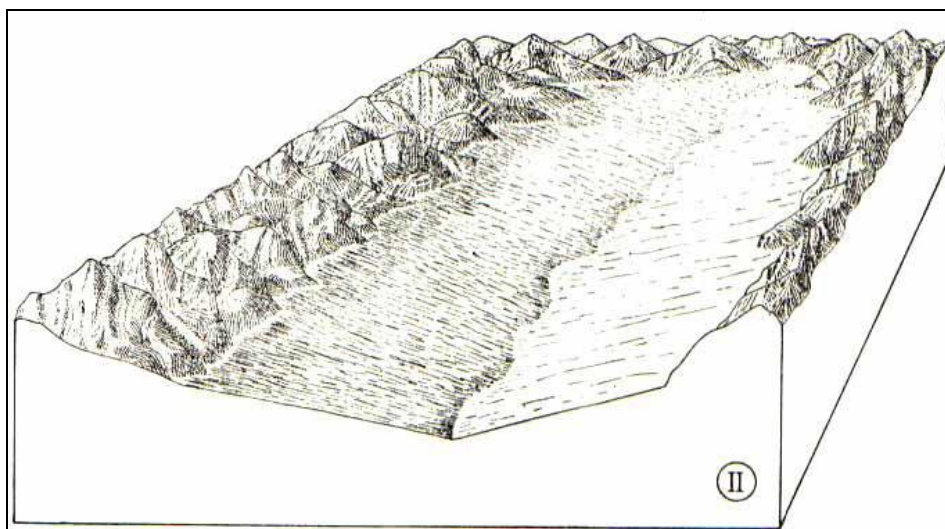


Figura 4 – Bloco Diagrama II

FONTE: Bigarella, Mousinho e Silva (1965, p. 104).

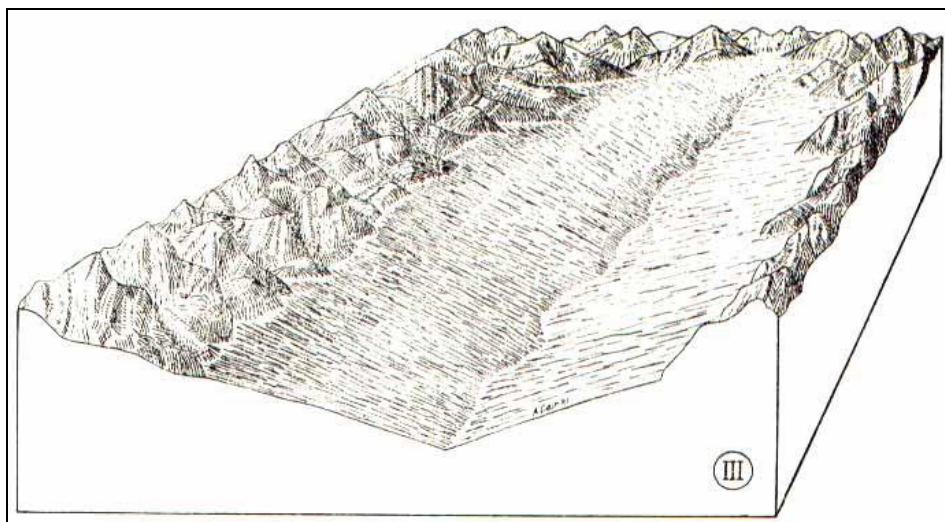


Figura 5 – Bloco Diagrama III

FONTE: Bigarella, Mousinho e Silva (1965, p. 104).

As figuras 4 e 5 apresentam reafeiçãoamento da superfície aplanada provocado por ligeiro abaixamento do nível de base de erosão local em consequência de curtas flutuações climáticas em direção ao úmido.



Estas curtas oscilações, variando o quadro climatológico de semi-árido para úmido, é o prenúncio de uma nova condição climática, na qual a umidade prevalece e os processos erosivos são regidos por esta condição. Desta forma, haveria uma dissecação vertical completa da antiga superfície aplanada, conforme Figura 6, caracterizando-se agora como uma paleosuperfície.

Em condições de maior umidade os processos erosivos se dão verticalmente, atuando também a erosão química. (BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965).

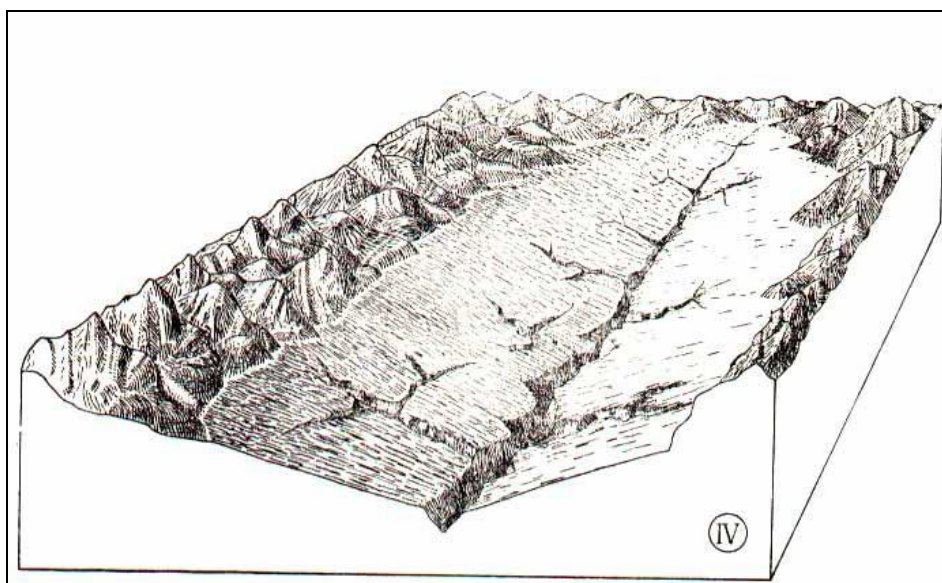


Figura 6 – Bloco Diagrama IV

FONTE: Bigarella, Mousinho e Silva (1965, p. 105).

Na figura 6 observa-se a dissecação generalizada do aplanamento em consequência de uma mudança climática para condições úmidas.

Seguem-se então curtos períodos oscilantes de aridez ainda no domínio climático de umidade, favorecendo assim o alargamento dos vales, seguindo processos de aluviamento e colúviação, conforme Figura 7.

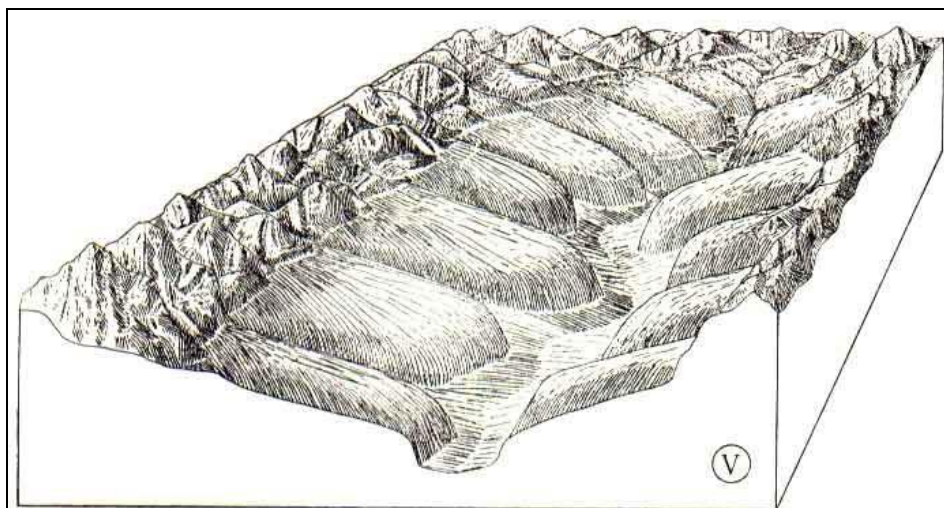


Figura 7 – Bloco Diagrama V

FONTE: Bigarella, Mousinho e Silva (1965, p. 105).

Na figura 7 visualiza-se alargamento, aluvionamento e colúviação dos vales, acelerados por flutuações climáticas na direção do seco dentro da época úmida.

Os curtos períodos de semi-aridez, no quadro climatológico úmido, é o prenúncio de uma nova fase climática, esta então de caráter semi-árido. Nesta nova fase os processos erosivos voltam a se desenvolver lateralmente, vindo a elaborar depósitos de sedimentos dentro dos vales, formando uma superfície pedimentar (Figura 8). Novamente passa a ocorrer o reafeiçoamento da superfície pedimentar pelo ligeiro rebaixamento do nível base de erosão, ocasionada por curtas flutuações climáticas para o úmido dentro da época semi-árida (Figura 9).

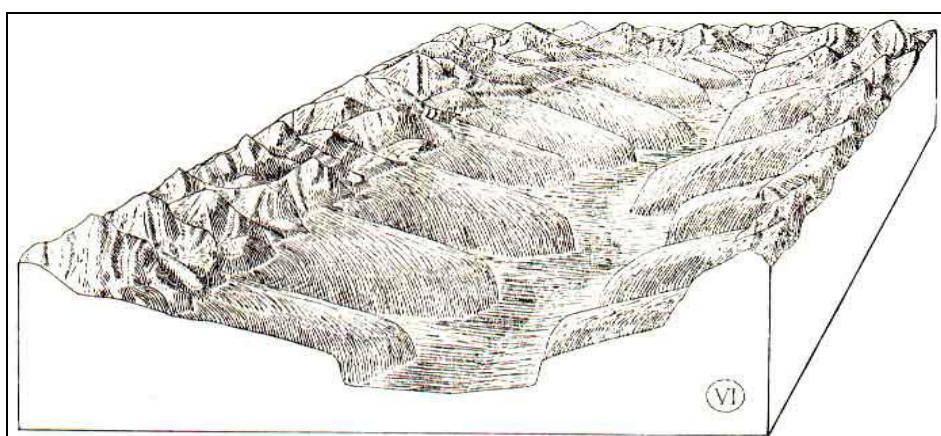


Figura 8 – Bloco Diagrama VI

FONTE: Bigarella, Mousinho e Silva (1965, p. 105).

Na figura 8 observa-se degradação e formação de uma superfície pedimentar dentro da época climática semi-árida.

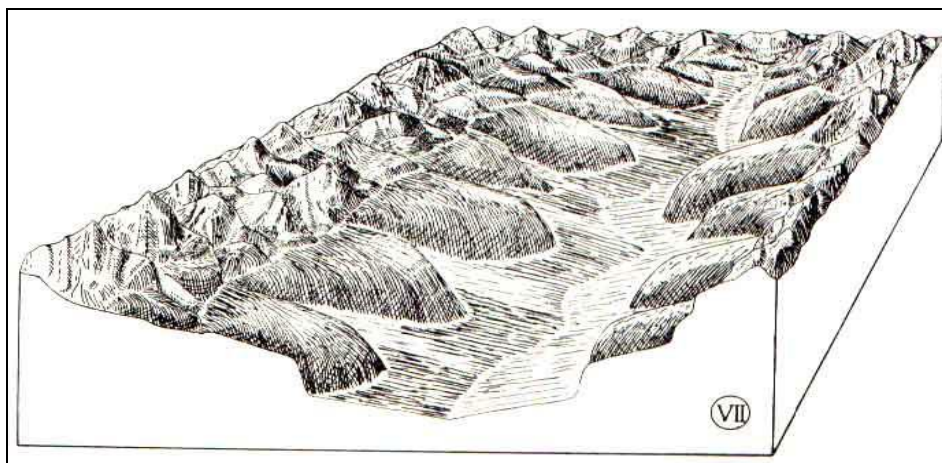


Figura 9 – Bloco Diagrama VII

FONTE: Bigarella, Mousinho e Silva (1965, p. 106).

Na figura 9 percebe-se o reafeiçoamento da superfície do pedimento por ligeiro rebaixamento do nível de base local do escoamento, conseqüência de pequenas flutuações para o úmido dentro da época semi-árida

Com a transição para um quadro de clima úmido, ocorre a dissecação do relevo de forma vertical (Figura 10).

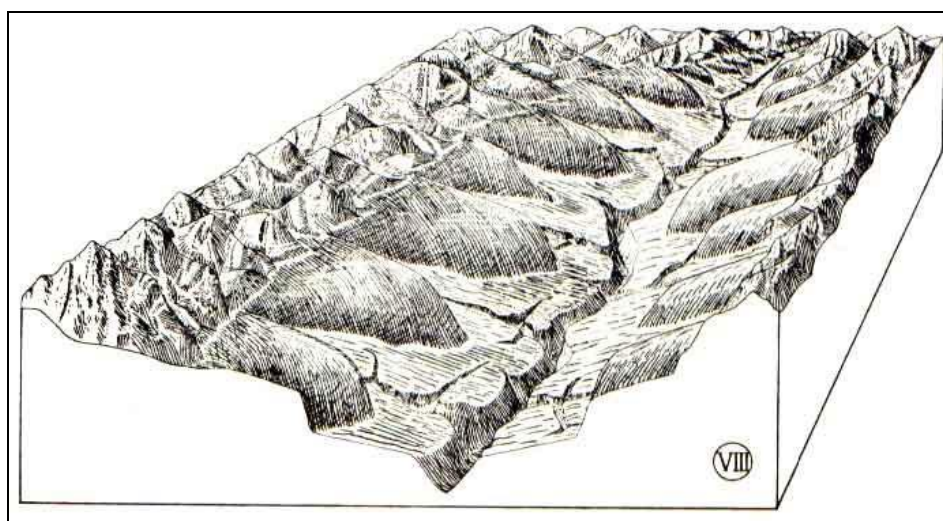


Figura 10 – Bloco Diagrama VIII

FONTE: Bigarella, Mousinho e Silva (1965, p.106).

Na figura 10, nota-se a dissecação generalizada da topografia em função do advento de nova época climática úmida.

Esta nova fase úmida seria influenciada, novamente, por períodos de semi-aridez, favorecendo processos erosivos laterais, o que acarretaria no alargamento e entulhamento dos vales (Figura 11).



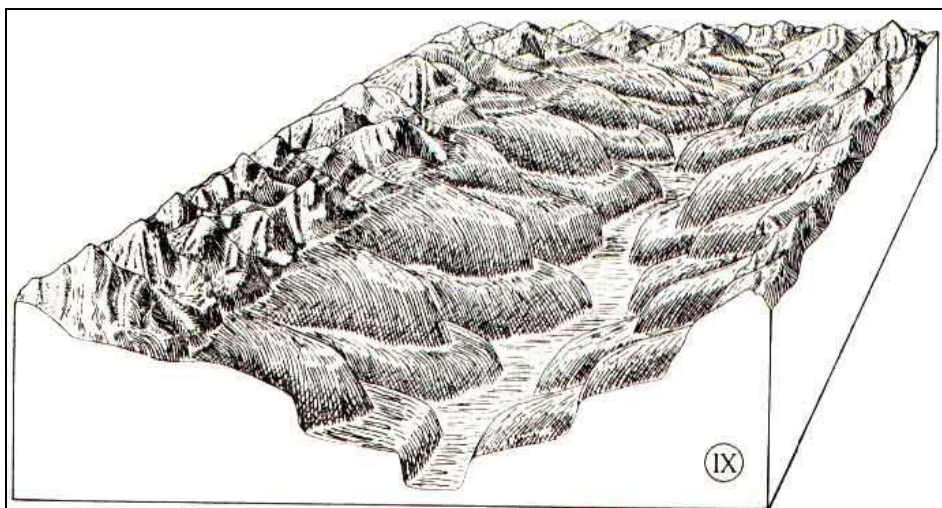


Figura 11 – Bloco Diagrama IX

FONTE: Bigarella, Mousinho e Silva (1965, p.106).

Na figura 11, observa-se o alargamento e entulhamento dos vales dentro da época úmida, devido essencialmente a flutuações episódicas para condições mais secas.

A evolução policíclica do relevo, condicionada pelo clima, favoreceria então o surgimento de feições superficiais, testemunhos destas flutuações climáticas pretéritas. Desta forma, no relevo poderiam ser identificados níveis escalonados correspondentes aos Pediplanos (Pd) originados nas épocas de semi-aridez, intercalados por vertentes preenchidas por Pedimentos (P), como resultado dos processos erosivos em condições de semi-aridez. Assim, haveria na paisagem superfícies planas originadas em épocas de semi-aridez.

De acordo com Bigarella et al (2003) (ver) a Figura 12, a seguir, exemplifica a evolução destes Pediplanos, partindo da superfície mais antiga, topograficamente mais elevada e identificada como Pd3, até a superfície aplanada mais recente, identificada como Pd1. Sendo que no trecho inferior da vertente verificam-se os pedimentos resultantes dos ciclos erosivos sofridos pelas superfícies em forma de terraços (Tpd).

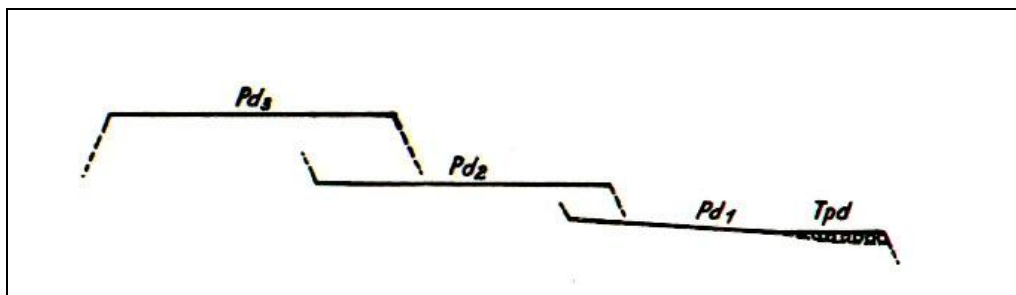


Figura 12 – Evolução dos Pediplanos (Pd).  
 FONTE: Bigarella *et al.* (1965).

As superfícies de erosão aplanadas mencionadas por diversos autores (REGO, 1932; DE MARTONNE, 1943, 1944; entre outros) foram consideradas como peneplanos, segundo o antigo conceito genético. Embora tenha sido sugerida gênese variada, atualmente existe a tendência de ligá-las à atuação dos processos de degradação lateral da paisagem, considerando-as como pediplanos (BIGARELLA, 2003).

Os pediplanos foram descritos por Twidale (1983) como superfícies muito planas de extensão regional. Na realidade, de acordo com este autor, muitas das superfícies de baixo relevo que têm sido denominadas de pediplanos correspondem a peneplanos devido à presença de alguma forma de relevo, sendo os divisores convexos. Os pediplanos seriam peneplanos com nível de base rebaixado para o último grau, ou seja, um peneplano mais degradado. Peel (1941) afirma que os pediplanos representam um estágio ulterior na denudação dos peneplanos (TWIDALE, 1983; BIGARELLA *et al.*, 2003).

Segundo Twidale (1983), o desenvolvimento dos pediplanos provavelmente deu-se em áreas de estabilidade tectônica, as quais não sofreram glaciações, e encontram-se preservadas em áreas de clima árido. Os pediplanos, pedimentos e *inselbergs* são, de acordo com King (1953), formas atuais ainda em evolução, frustrando a diversidade das condições climáticas. Entretanto, estas desempenham um papel diferencial extremamente importante no desenvolvimento das diversas formas de relevo.

Bigarella e Ab'Saber (1964) e Bigarella, Mousinho e Silva (1965) reconheceram três superfícies de erosão referidas pelas siglas Pd3, Pd2 e Pd1 em ordem decrescente de idade. Bigarella *et al.* (1978) identificaram em estudos realizados na Serra do Mar e na Região Metropolitana de Curitiba superfícies aplanadas em vários níveis de degradação, além de subníveis subordinados de

expressão mais local. Para Bigarella e Mazuchowski (1985), são necessários mapeamentos sistemáticos mais detalhados para a identificação desses subníveis. Os autores citam os trabalhos de King (1956) em Minas Gerais e na Bahia e de Passos e Costa (1985) na Região Metropolitana de Curitiba como pesquisas que buscaram essa abordagem de escalas detalhadas para a definição de subníveis de degradação.

Autores como James (1933), De Martonne (1940), Freitas (1951), Ab'Sáber (1954), Bigarella e Ab'Sáber (1954), King (1956), Almeida (1964) e Valadão (1998) abordaram a questão das superfícies de aplanamento no sudeste brasileiro. Bigarella e Mazuchowski (1985) expressam que no Norte e no Noroeste do Paraná as grandes superfícies de aplanamento estão representadas pela superfície de cimeira (Pd3) e por duas superfícies interplanálticas (Pd2 e Pd1), além de um pediplano que é uma extensão areal do pedimento Pd2, embutido na superfície Pd1, podendo ser considerada como Pd0.

### 3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO

Nesta seção serão abordadas as principais características físicas da área da pesquisa.

#### 3.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS

De acordo com a Fundação Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 1981), o continente Sul-Americano tem a maior extensão de suas terras na faixa equatorial (aproximadamente 5.000km), na disposição Leste-Oeste; e estreita-se consideravelmente a partir de 35° de latitude Sul, quando fica com somente 600 a 700 km de largura. Essa disposição, aliada à presença em sua costa ocidental de um enorme anteparo montanhoso, a Cordilheira dos Andes, orientada no sentido Norte-Sul, com altitudes superiores a três mil metros, desde aproximadamente 35° de latitude Sul até o Equador, favorece sobremaneira as trocas atmosféricas no sentido dos meridianos (MONTEIRO, 1968). A porção oriental do Brasil é formada por planaltos e serras, enquanto que quase todo o relevo do interior da América do Sul é constituído por planícies e terras baixas. Essas planícies ou vales formam um verdadeiro corredor entre a Cordilheira dos Andes a Oeste e as escarpas de planaltos e serras antigas a Leste, o que ajuda o afunilamento e o grau de penetração dos sistemas polares dentro do trópico brasileiro (MONTEIRO, 1968).

A proximidade do continente antártico que projeta, em direção a América do Sul, sua maior protuberância para latitudes mais baixas que 65° Sul tende a favorecer um controle mais acentuado dos sistemas extratropicais sobre o Brasil Meridional (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Considerando que a distribuição das terras emersas e águas no planeta apresenta-se de maneira irregular, a mesma provoca diferentes tipos de climas e temperaturas nos dois hemisférios. O Setentrional ou Continental possui aproximadamente 70% das terras emersas do globo (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). O hemisfério Sul ou Austral, com um domínio de aproximadamente 70% dos oceanos, sobre as terras, apresenta ventos de Oeste mais intensos tanto no verão como no inverno austral, em função da menor fricção exercida pela superfície dos oceanos. Portanto, o

domínio destes nos sistemas extratropicais no hemisfério Sul se mostra pelo menos 10° mais próximo do equador em relação ao hemisfério norte (MONTEIRO, 1968). Além deste fato, é importante ressaltar o papel do Oceano Atlântico como fonte de umidade, tanto na faixa equatorial como no Atlântico Sul.

A circulação atmosférica responsável pelos sucessivos tipos de tempo durante o ano está associada às grandes correntes de circulação que atuam no Brasil Meridional, as quais foram amplamente analisadas em diversos trabalhos, destacando-se os elaborados pelos geógrafos Monteiro (1968) e Nimer (1979), fundamentados nos clássicos estudos do meteorologista Adalberto Serra, sobre a circulação na América do Sul, elaborados durante as décadas de 1940 e 1950.

Segundo Nimer (1990), quase toda a região Sul do Brasil possui clima classificado como subtropical. O Terceiro Planalto Paranaense localiza-se, quase na sua totalidade ao sul do Trópico de Capricórnio, entrando, portanto, na classificação citada.

O clima subtropical, nesta região, caracteriza-se por uma circulação atmosférica, frequentemente perturbada pela passagem de grandes descontinuidades de massa de origem circumpolar (Frente Polar FP) em qualquer época do ano, sucedidas por ondas de frio do sistema anticiclônico móveis de origem polar. Essas constantes invasões determinam brusca mudança de tempo e constitui o traço climático particular de todo o Sul do Brasil (NIMER, 1990).

Hermann e Rosa (1990) afirmam que a Região Sul do Brasil, pela sua posição geográfica compreendida nas latitudes médias da zona subtropical, é atingida pelos principais centros de ação do globo:

- a) Os centros positivos, com altas pressões ou anticiclones como fontes de dispersão dos ventos, sobre os quais se individualizam as massas de ar;
- b) Os centros negativos, com baixas pressões ou depressões como centros de atração de ventos, que propiciam o deslocamento das massas.

Segundo a classificação climática de Köppen (1918), que se baseia principalmente em critério de temperatura e distribuição sazonal da precipitação, a área de estudo encontra-se sob o domínio do clima subtropical (Cfa) com chuvas bem distribuídas o ano todo, verões quentes e invernos amenos, isso acontece no Oeste do Estado, nas áreas mais baixas, enquanto que o mesmo clima subtropical (Cfb), com chuvas bem distribuídas o ano todo, verões quentes e invernos frios com possibilidades de neve encontrada na porção mais alta do relevo estudado.



As temperaturas no terceiro planalto guardam relação com a latitude e o relevo. As temperaturas diminuem do Norte para o Sul e das mais baixas altitudes para as mais elevadas, em sentido contrário à correnteza dos rios (MAACK, 1981).

### 3.2 ASPECTOS VEGETACIONAIS

Sabe-se que a vegetação desempenha um papel muito importante no processo de intemperismo e na evolução da paisagem. Entretanto, nem sempre foi assim. No Quaternário sua distribuição no tempo e no espaço sofreu modificações cíclicas, sendo periodicamente substituída por formações vegetais abertas (cerrado, caatinga), e em épocas climáticas favoráveis sua expansão foi máxima, desempenhando papel importante na intemperização química das rochas (AB'SÁBER, 1969).

Bigarella *et al.* (1994) afirmam que, durante o Quaternário, as formações vegetais sofreram deslocamentos espaciais em função das flutuações climáticas. Com referência ao patrimônio florístico, os grandes tipos de coberturas vegetais teriam ocorrido no Pleistoceno, que essencialmente são os mesmos de hoje.

No início do último episódio glacial pleistocênico (*Würm–Wisconsin Superior*), o paleoespaço geográfico era igual ou similar ao atual. Com o avanço da glaciação desintegrou-se o caráter tropical dos climas até então predominantemente na fase pré-*Würm* (BIGARELLA, 1985).

Segundo Bigarella *et al.* (1994), o acontecimento da última grande época glacial foi marcado pela regressão das florestas e ampliação das formações vegetais abertas intertropicais e subtropicais em consequência da expansão compartimentada dos climas secos sazonais, determinados pelo avanço das correntes frias, até latitudes bem mais baixas do que as de suas extremidades atuais.

Um fator importante para se compreender a distribuição espacial das paisagens vegetais no Paraná é a morfologia (SANTOS, 2001). Em todos os planaltos há predomínio de terras altas. As altitudes mais elevadas estão na Serra do Mar e são decrescentes para o Norte e Oeste; após a ascensão da Serra da Esperança, são decrescentes de Sudoeste para Noroeste. Do Primeiro para o

Segundo Planalto há o degrau da Serra São Luiz do Purunã (Serrinha) e do Segundo para o Terceiro Planalto, emerge a Serra da Esperança.

Há uma relação entre relevo, temperatura e cobertura vegetal, isto é, nas terras mais baixas, de temperaturas médias mais altas está presente a floresta estacional semidecidual e nas terras mais altas (acima de 400m), de temperaturas médias mais baixas, posiciona-se a floresta ombrófila mista com Araucária (SANTOS, 2001).

Estas associações vegetais desenvolveram-se somente a partir do Pleistoceno. Dos estudos geológicos dos depósitos quaternários antigos e dos perfis de solos infere-se que a mata se alastrou sobre os solos semi-áridos de estepes, partindo dos vales dos rios, de suas cabeceiras e dos declives das escarpas. Seguindo esta lógica, Maack (1981) afirma que as estepes de gramíneas baixas e de arbustos constituíram a cobertura primária e mais antiga do Paraná, sendo a mata a formação secundária mais recente.

O Estado do Paraná, com apenas 2,5% da superfície brasileira, detém em seu território a grande maioria das principais unidades fitogeográficas que ocorrem no país (SANTOS, 2001).

Roderjan *et al.* (2002) afirmam que, originalmente, 83% do Estado era coberto por florestas, os 17% restantes eram ocupados por formação não-florestais (campos e cerrado), completados por vegetação pioneira de influência marinha (restinga) fluviomarinha (mangues) e fluviolacustre (várzeas), e pela vegetação herbácea do alto das montanhas (campos de altitudes e vegetação rupestre).

Maack (1981) apresenta como associações florísticas originais a mata pluvial tropical-subtropical; a mata de araucárias; os campos limpos e campos cerrados, vegetação de várzeas e pântanos, mangues, vegetação de praias, ilhas restingas e vegetação das regiões altas da serra. Esta classificação seria a expansão dos domínios morfoclimáticos regionais, setorizados pelas grandes unidades geomorfológicas do Estado. Maack (1981) já alertava que a divisão climática do Estado do Paraná está em desacordo com a divisão fitofisionômica, particularmente, os campos, que se apresentam como formação vegetal estranha com relação às características climáticas.

Ab'Saber (2003) classifica no conjunto dos domínios morfoclimáticos brasileiros os campos no Estado do Paraná, no Domínio dos Planaltos subtropicais recobertos por araucárias e pradarias de altitude.

O Terceiro Planalto ou de Guarapuava apresenta como vegetação natural duas classes de formação fitofisionômicas - os campos gramíneo-lenhosos e as matas de araucária. Nesta porção do Estado do Paraná a estrutura natural das paisagens vegetais, segundo Ribeiro e Walter (1998), resulta das variações litoestruturais e das condições paleoclimáticas que determinaram um mosaico morfopedológico que representa a gênese, a evolução e a distribuição da cobertura vegetal.

A porção Oeste do Estado do Paraná era recoberta em sua maior parte pela Floresta Estacional Semidecidual. Segundo IBGE (1991, p. 15):

No Brasil este tipo de vegetação está sob a influência de um clima de dupla estacionalidade, uma vez que distribui em áreas de clima tropical e subtropical. Neste tipo de vegetação, no conjunto florestal a porcentagem das árvores caducifólias [...] que perdem as folhas individualmente, situa-se entre 20% e 50%. Na área do clima tropical o período de estiagem é acentuado durante o inverno enquanto que na área subtropical embora não exista um período seco, há uma seca fisiológica provocada pelas baixas temperaturas média inferiores a 15°C.

No Estado do Paraná, esse tipo de vegetação abrangia as bacias de todos os afluentes da margem esquerda do rio Paraná, iniciando-se entre os rios Ivaí e Piquiri, junto com a floresta pluvial tropical, indo até a foz do rio Iguaçu, penetrando pelos seus vales (MAACK, 1981). Diferencia-se da mata de araucária pela ausência do pinheiro, ocupando terras em altitudes inferiores a quinhentos metros. Na prática, essa vegetação foi totalmente destruída, com exceção, de uma reserva protegida, o Parque Nacional do Iguaçu (PNI).

O sistema de planaltos inclinados para o interior coleta as precipitações orográficas das Escarpas da Serrinha e arenito-basáltica e irriga todo o território, garantindo a perenidade dos rios e a manutenção da vegetação natural e das culturas. Um fator importante para entender a exuberância da vegetação natural do Terceiro Planalto, além dos fatores climáticos, é a estrutura de solos profundos, originariamente cobertos de florestas em sua maior parte (MAACK, 1968).

A floresta estacional semidecidual, de acordo com a altitude, divide-se em formação Submontana, entre trinta a quatrocentos metros, e Montana, acima de quatrocentos metros (IBGE, 1991). Quando se desenvolve em solos hidromórficos ou aluviais ao longo dos rios e sujeito a inundações periódicas, recebe o nome de

aluvial. É em geral de menor porte que a floresta das encostas, devido às condições de drenagem.

A cobertura vegetal proporciona proteção ao solo e sua remoção resulta em erosão física (pulverização dos agregados), química (arraste de nutrientes) e biológica (redução da matéria orgânica e da biota edáfica). A exuberância da vegetação natural do Paraná é o reflexo não só do favorecimento dos fatores climáticos como também da estruturação de um solo profundo, originalmente coberto de florestas em sua maior parte (SANTOS, 2001).

### 3.3 ASPECTOS HIDROGRÁFICOS

O sistema hidrográfico do Estado do Paraná é composto por rios que se dirigem para o interior do continente, parte da bacia do rio Paraná e rios que se dirigem para Leste, compondo as bacias do rio Ribeira e a Litorânea.

A declividade do relevo do Estado do Paraná nas direções Noroeste, Oeste e Sudoeste faz com que mais de 90% de suas águas fluviais se dirijam à bacia do rio Paraná e o restante para a bacia litorânea, sendo que a Serra do Mar é o maior divisor de águas do Estado.

Os rios da bacia litorânea pertencem à bacia hidrográfica Atlântica do Sudeste brasileiro, que no Estado do Paraná compreende as terras drenadas pelo rio Ribeira e pelos rios do litoral.

O Rio Paraná é o principal rio do sistema hidrográfico da Bacia Platina, estabelecendo os limites do Estado do Paraná com Mato Grosso do Sul e com a República do Paraguai. Seu percurso total é de 4.695 km e, no Estado do Paraná percorre cerca de 400 km, desde a foz do rio Paranapanema até a foz do rio Iguaçu (Maack, 1981). Seus principais afluentes são os rios Paranapanema, Ivaí, Piquiri e Iguaçu. O rio Paranapanema tem suas nascentes no Estado de São Paulo e percorre cerca de 390 km em território paranaense. O rio Ivaí tem um percurso de 685 km e nasce no município de Prudentópolis e deságua no rio Paraná aproveitando-se do plano de declive da Escarpa da Esperança no sentido Noroeste (Marques, 2005). O rio Piquiri nasce na Escarpa da Esperança e possui 485 km de extensão, desaguando no rio Paraná nas proximidades do município de Guaíra (Maack, 1968). O rio Iguaçu nasce no Primeiro Planalto Paranaense, nas vertentes

ocidentais da Serra do Mar e deságua no rio Paraná após percorrer 1.200 km formando as Cataratas do Iguaçu, que representa o processo de erosão do rio Iguaçu sobre as rochas do derrame basáltico que forma o relevo em *trapp* do Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 1981).

Rosa (1990) ressalta que os rios pertencentes à Bacia do Paraná, na área desse Planalto, são em sua maioria rios cataclinais, apresentando curso sinuoso, vales encaixados com patamares nas encostas, tendo desenvolvido seus cursos em áreas de fraqueza de rochas efusivas, representadas pelo intenso fraturamento, pela disjunção e sequência dos derrames basálticos. Enfatiza ainda, que a origem das inúmeras quedas de águas existentes dá aos rios desse planalto um potencial hidrelétrico significativo. Neste mesmo planalto, o rio Paraná passa então a ser o maior e o principal captador das águas superficiais, sendo o mais importante da Bacia Platina.

As rochas basálticas do Terceiro Planalto Paranaense condicionaram o desenvolvimento de diferentes bacias hidrográficas (Paraná, Iguaçu, Piquiri, Ivaí, Tibagi, entre outras), porque estas se formaram cortando os sucessivos derrames de basalto por meio dos processos de erosão remontante, formando escarpas do tipo monoclinais e gerando terraços de diferentes tamanhos. Neste planalto os rios que drenam em direção ao rio Paraná são condicionados pelas inclinações das rochas vulcânicas no sentido Oeste, Sudoeste e Noroeste e sua geomorfologia é caracterizada pelas baixas declividades, formando relevo suave e preferencialmente plano (MAACK, 1968).

A Figura 13 apresenta a hidrografia principal do Estado do Paraná e sua configuração em relação às suas principais unidades fisiográficas.



grande volume de dados, que vem contribuindo de forma significativa na sua evolução geotectônica. Os estudos mais recentes das últimas décadas estão sendo realizados principalmente por meio de furos de sondagem, levantamentos geofísicos e mapeamento geológico cada vez mais detalhados, conforme Figura 14.

A Comissão Temática de Geologia e Recursos Minerais do Mercosul (CTGRMM,1998) ao elaborar o mapa de integração geológica da Bacia do Prata e áreas adjacentes, ressaltou que:

A bacia sedimentar do Paraná constitui uma vasta área do continente sul-americano de forma alongada, com eixo maior orientado NNE-SSW, que ocupa parte do Brasil meridional, norte do Uruguai, Paraguai oriental e nordeste da Argentina, perfazendo cerca de um milhão e quinhentos mil quilômetros quadrados. O depocentro estrutural dessa bacia, situado geograficamente ao longo da calha do rio homônimo, acomodou um pacote de rochas sedimentares e vulcânicas de espessura superior a sete mil metros (CTGRMM,1998, p. 10).

Esta região tem como embasamento geológico rochas que datam do Mesozóico entre 230 a 65 milhões de anos, de acordo com o Atlas do Estado do Paraná (1987).

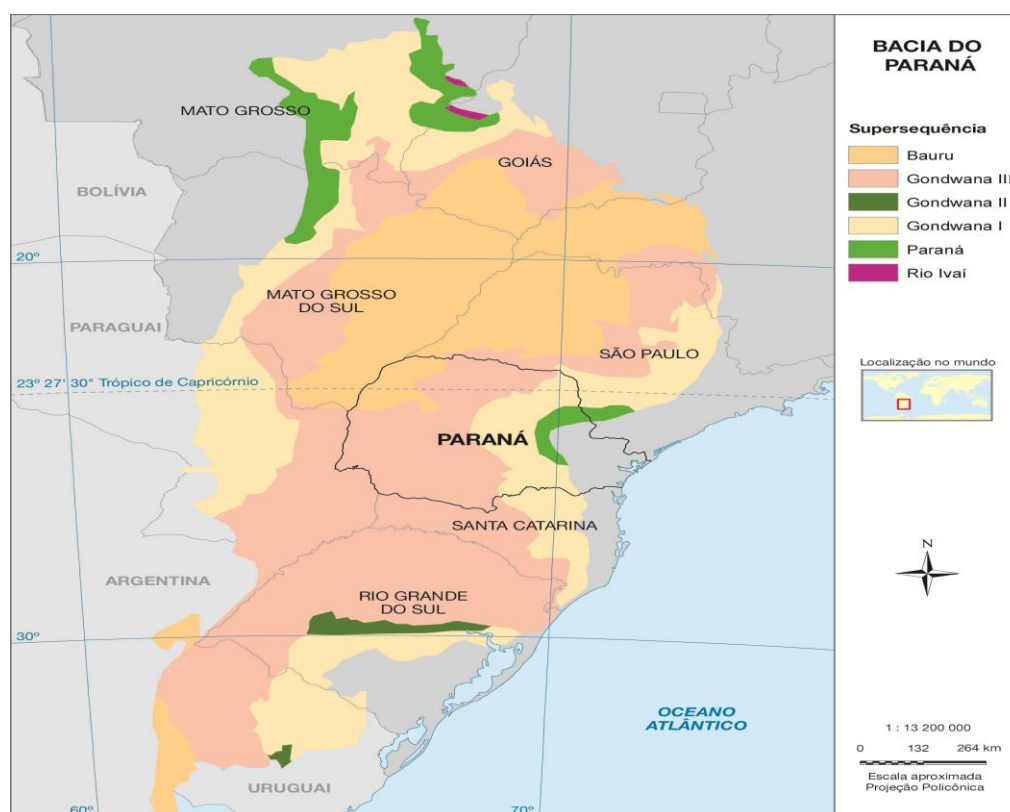


Figura 14 – Mapa Geológico Simplificado da Bacia do Paraná.  
FONTE: IBGE (2005); Milani (2004)

As unidades sedimentares paleozóicas da bacia do Paraná constituem o Segundo Planalto Paranaense, nivelado por superfícies com caimento para o Oeste, e altitudes máximas a Leste em torno de 1.100m (MAACK, 1948). Entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense destaca-se a Escarpa da Serrinha, conhecida localmente por Serra de São Luís do Purunã ou apenas por Serrinha, uma escarpa predominantemente erosiva com até 200m de desnível. Neste setor da bacia do Paraná ocorrem as formações Furnas (base) e Ponta Grossa (topo), sobre as quais se assentam discordantes as rochas sedimentares do grupo Itararé (MAACK, 1981).

As principais unidades presentes nessa região do Segundo Planalto Paranaense são o embasamento pré-bacia do Paraná, rochas sedimentares Paleozóicas da bacia do Paraná e rochas intrusivas básicas a intermediárias associadas com o magmatismo Serra Geral, do Mesozóico (MILANI, 2004).

Para Zalán *et al.* (1991), são reconhecidas três direções principais de estruturas tectônicas na bacia do Paraná:

- a) NE-SW, correspondente às direções do embasamento proterozóico da bacia (cinturões de dobramentos, zonas de cisalhamento) reativadas recorrentemente durante a evolução da bacia, com movimentos horizontais e verticais;
  - b) NW-SE, preexistentes e reativadas principalmente no Neo-Jurássico e Eocretáceo, com movimentos verticais dominantes; associam-se à ruptura do Gondwana e magmatismo da formação Serra Geral;
  - c) E-W, supostamente originadas a partir do triássico, ligadas à abertura do Atlântico Sul, em vista do paralelismo com as zonas de fraturas oceânicas.
- Todas essas direções estruturais ocorrem na região do Segundo Planalto.

Segundo Horbach *et al.* (1971); Kaul *et al.* (*apud* KAUL, 1990), o vulcanismo fissural da bacia do Paraná (Derrames Vulcânicos Juracretácicos e Manifestações Associadas) representa uma das maiores manifestações de vulcanismo continental do Globo. Durante este período, o preenchimento sedimentar foi marcado por uma alternância de estágios de soerguimento e subsidência crustal, associados a megaciclos erosivos e transgressivos. Estes proporcionaram grandes mudanças nos sistemas deposicionais que, por sua vez, originaram as diversas formações que compõem o quadro litoestratigráfico da bacia.



Segundo Vandomos (1967), na Era Mesozóica, final do período Jurássico, início do Cretáceo, um ativo diastrofismo resultou, possivelmente, da reativação de antigas linhas tectônicas que afetaram toda a porção central da América do Sul, tanto o escudo atlântico como o revestimento do estrato sedimentar da Bacia do Paraná. Esta atividade, seguida de intenso falhamento, permitiu a ascensão de grande quantidade de material basáltico, num processo que perdurou por aproximadamente dez milhões de anos.

Os derrames de lavas basálticas concentram-se principalmente na Bacia do Paraná, compreendendo os três Estados do Sul do Brasil, Mato Grosso do Sul, São Paulo e parte da Argentina, Uruguai e Paraguai, jazendo sobre o Neo-Paleozóico e Mesozóico sedimentar. A área abrangida por estes derrames de lavas, segundo Maack (1981), atingiu uma área aproximada de 1.200.000km<sup>2</sup>.

Camargo (1997) reconhece três fases de derrames no Brasil que podem ser identificadas na Bacia do Paraná e seus arredores. A primeira fase ocorreu entre o fim do período Jurássico e do Cretáceo Inferior pré-Alpino. Esta fase caracterizou-se pelo vulcanismo basáltico do tipo trapiano realizado, enquanto perdurava na bacia condição desértica indicada pela sedimentação do Botucatu. A movimentação tectônica nesta fase foi bastante pronunciada, com formação de *grabens*, *horst*, *domos*, flexuras, basculamentos e reativação de antigos lineamentos.

A segunda fase prolonga-se do Aptiano ao Eoceno. Ela é marcada pelo término do vulcanismo trapiano e pelo recrudescimento do magmatismo alcalino (ALMEIDA, 1981). No Cretáceo Superior, sedimentos continentais atingiram uma espessura de 500m na Bacia do Paraná; esses sedimentos são constituídos basicamente de detritos, que formam o Grupo Bauru (CAMARGO, 1997). Esta fase terminou com um período de calma tectônica que permitiu desenvolvimento de vasta superfície de aplanamento, de idade paleogênica (ALMEIDA, 1981).

A terceira fase de reativação, na bacia e seus arredores, caracterizaram-se tão somente pelas modificações diastróficas, tendo havido soerguimentos epirogenéticos e deformações locais da superfície paleogênica que originou basculamentos, flexuras, *grabens* e *horsts* (CAMARGO, 1997).

Durante o Cretáceo, sob a influência de clima árido, estabeleceu-se um deserto de grandes proporções, o deserto de Botucatu, cuja área, superior a 1.300.000 km<sup>2</sup> foi recoberta por dunas movimentadas pelos ventos que sopravam do norte, remobilizando aluviões trazidos por *oueds* procedentes dos planaltos

cristalinos às bordas da bacia (BIGARELLA, 1975). Segundo Bigarella e Oliveira (1966), durante a deposição das areias eólicas, dois grandes sistemas de circulação de ventos predominaram, um procedente de (NNE) e outro de (WSW), que convergiam para uma latitude crítica, situada na porção sul do Estado do Paraná. Estas dunas constituem-se, atualmente, no arenito Botucatu, provavelmente o mais extenso depósito eólico do planeta.

Conforme Salamuni (1969), a origem dos materiais componentes da área da pesquisa está ligada à presença de uma imensa região árida que se estendia a partir do Centro-Oeste ao Sudoeste e o Sul do Brasil, parte do Paraguai e da Argentina. Esta área foi recoberta por manifestações vulcânicas durante o Período Mesozóico, em forma de vulcanismo de fissuras, representado pelos derrames de *trapp* de rochas basálticas da Bacia do Paraná, conhecidas como lavas vulcânicas da Serra Geral no Brasil. Segundo o Atlas do Estado do Paraná (1987), as rochas existentes nesta região datam do Mesozóico, variando entre 230 a 65 milhões de anos.

A Figura 15 apresenta o mapa geológico do Estado do Paraná publicado pela Minerais do Paraná S/A (MINEROPAR) no ano de 2001.

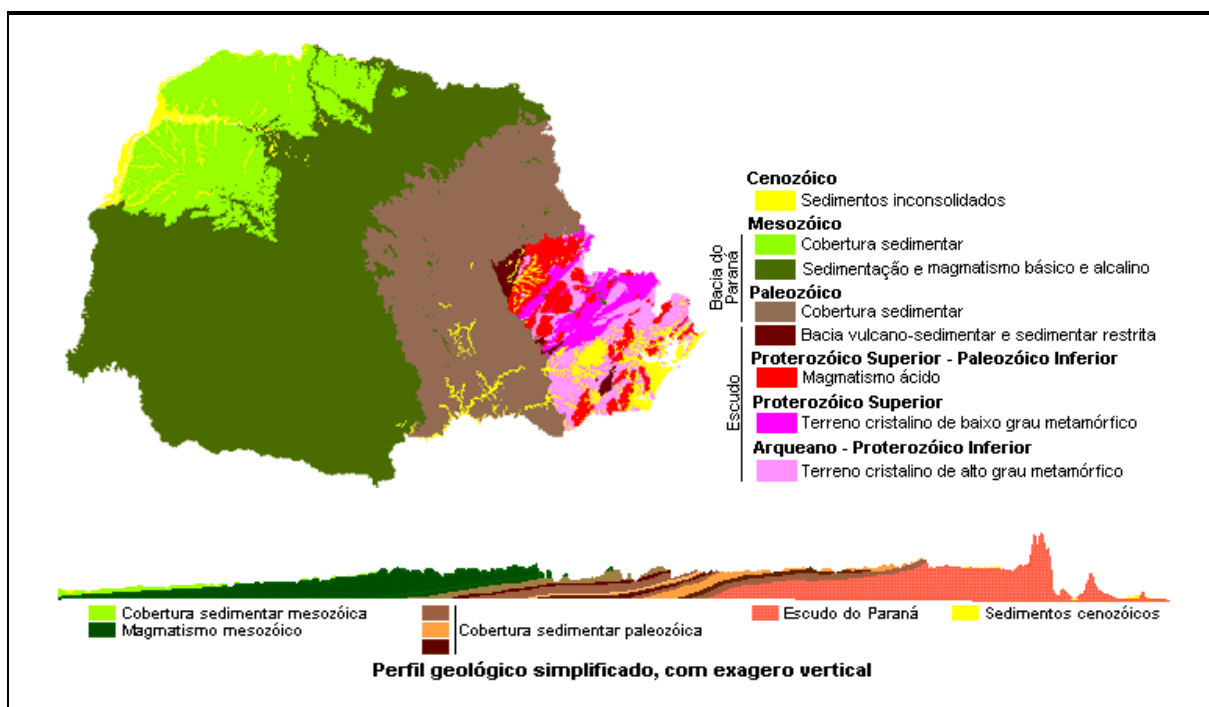


Figura 15 – Mapa Geológico do Estado do Paraná.

FONTE: MINEROPAR S/A, 2001.

### 3.4.1 Algumas Características da Formação Serra Geral

Os volumes enormes de lavas que foram derramados à superfície da terra periodicamente atingiram a crosta, principalmente por fissuras, ao longo das quais o magma proveniente de profundidades consideráveis teve acesso à superfície. As lavas são basaltos predominantemente escuros e subsilicosos e caracteristicamente muito fluídos. Nos continentes eles se acumulam de modo a formar extensos planaltos, com espessuras medidas em quilômetros e com áreas de dezenas de milhares de quilômetros quadrados (ERNST, 1998).

As rochas ígneas exibem variações limitadas de composição. O principal óxido constituinte é a sílica,  $\text{SiO}_2$ , cuja porcentagem em peso varia entre 45% a 75% nos tipos mais comuns. Indicam-se na sequência estes tipos de rochas:

- a) Rochas ácidas: são aquelas ricas em sílica e em geral são rochas de cores claras (mais de 65% de sílica).
- b) Rochas neutras: a porcentagem de sílica oscila entre 55% a 65%.
- c) Rochas básicas: são aquelas que contém em proporções regulares ferro e magnésio e de um modo geral são escuras (menos de 55% de sílica).

O basalto é a rocha efusiva mais comum. Sua textura é microcristalina, vítrea ou porfírica. Pode ser às vezes altamente vesicular. Sua cor geralmente é preta, podendo às vezes ser cinza-escura ou castanha, sendo sempre melanocrática (LEINZ; AMARAL, 2001).

Os gases desenvolvidos no derrame durante o esfriamento formaram grandes bolhas que, quando alcançaram a superfície do derrame, se abriram ou foram espalhadas em pequenas bolhas, muitas das quais escaparam para a atmosfera (POPP, 1998). As bolhas aprisionadas no derrame durante o processo de esfriamento formaram amígdalas e a rocha desta zona é conhecida geralmente por basalto amigdalóide. As amígdalas, às vezes, estão cheias de calcedônia ou outros minerais silicosos, as pequenas vesículas destituídas de minerais, que caracterizam zonas muito próximas dos contatos de derrames. Estas zonas, onde em alguns casos as vesículas são numerosas, são escoriáceas (POPP, 1998).

Durante e após o esfriamento a camada superficial do derrame que estava em contato com a atmosfera sofreu desintegração mecânica, formando fendas e diaclases, quebrando-se em pedaços que eventualmente se tornaram massas caóticas de pedregulhos e fragmentos de vários tamanhos. O esfriamento na porção

central dos derrames mais espessos foi completamente protegido dos efeitos de minerais ambientais e gases; portanto, a rocha manteve suas características originais (CASTRO; JATOBÁ, 2004; POPP, 1998).

Na zona de transição, contudo, na parte inferior de cada derrame, minerais, tais como sílica, foram formados pela absorção da areia, que cobria o terreno sobre o qual o basalto foi extrusionado. A absorção de sílica alterou a cor do basalto na zona de transição da maior parte dos derrames de cinza-escura para avermelhado (POPP, 1998).

Os basaltos continentais são acompanhados por uma intensa atividade intrusiva, normalmente representada por soleiras e diques que acompanham, grosseiramente, as principais descontinuidades estruturais da bacia, estas relacionadas ao braço abortado da junção tríplice originada sobre o *hot spot* e que serviram como área alimentadora do magmatismo. O sistema dominante tem direção NW, transversal ao eixo maior da bacia, estando representado por arcos (isto é, Ponta Grossa, Campo Grande e São Gabriel), e por alinhamentos tectônicos ou magmáticos (isto é, Guapiara, São Jerônimo-Curiúva, e Rios Uruguai, Icamauã e Piquiri) (FERREIRA, 1982), cuja formação provavelmente iniciou-se no Devoniano e teve seu desenvolvimento máximo durante o Triássico-Jurássico (FÚLFARO *et al.*, 1982).

Alguns dos elementos tectonomagmáticos mais significativos do magmatismo Serra Geral estão conectados a um sistema de junção tríplice, com o estabelecimento de um sistema do tipo *rifte-rifte-rifte* (MORGAN, 1971; REZENDE, 1972), responsável por processos distensivos e de rifteamentos intracratônicos (DECKART *et al.*, 1998). O braço abortado, projetado para o interior da bacia, formaria sistemas de fraturamentos colaterais, contrastantes ao *rifte* Atlântico, responsáveis pela abertura, fragmentação e espalhamento dos fragmentos gondwânicos com consequente separação dos continentes. Estes sistemas de falhamentos constituem estruturas profundas que serviram como dutos para enxames de diques alimentadores do sistema fissural responsável pelo vulcanismo, de direção NW-SE, pelos enxames de diques NE-SW, paralelos à costa, correspondentes à direção de abertura do Atlântico, e pela intrusão de um grande volume de soleiras. Algumas das estruturas mais significativas ligadas a este sistema são o arco de Ponta Grossa, que forma um claro alto gravimétrico com cerca de 600km de extensão (VIDOTTI *et al.*, 1998), e de São Gabriel, que se

estende por mais de 300km no interior da bacia e influenciou sua sedimentação desde o Devoniano.

A maior parte da bacia do Paraná era de ambiente desértico na época da deposição das lavas da Serra Geral. Portanto, durante o intervalo entre derrames, a areia transportada pelo vento preencheu as fendas superficiais e os vazios das massas caóticas dos pedregulhos e fragmentos, que resultaram após o esfriamento do derrame (BIGARELLA, 1985). Posteriormente, as superfícies da maioria dos derrames foram alisadas pela erosão do vento. Devido ao nivelamento da superfície do derrame pela erosão do vento, o derrame ulterior foi extrusionado sobre uma superfície geralmente lisa. Ainda neste período, qualquer material solto remanescente na superfície do antigo derrame foi misturado e assimilado dentro do derrame subsequente (BIGARELLA, 1985). Areias transportadas pelo vento e massas de silte que enchiam a maior parte dos vazios foram cozidas e transformadas em arenito e siltito formando brechas. As cinzas foram transformadas em tufos (BIGARELLA, 1985).

Pedregulhos e massas de fragmentos (brecha) foram na maioria dos casos transportados pela nova frente de derrame e acumulados em outro local após serem assimilados pelos novos derrames. Este processo de reelaboração dos fragmentos vulcânicos por um novo derrame, com sua resultante cimentação pelo calor, provavelmente é o método primário pela qual foram formadas camadas muito espessas (ARIOLI, 2008).

O intemperismo do basalto e do diabásio produziu solos residuais e rochas decompostas que são de cor marrom e vermelho escuro nas camadas superiores e amareladas nas camadas inferiores, junto ao *bedrock*. A espessura do manto do solo varia consideravelmente, desde menos de um metro e atingindo mais de trinta metros (ARIOLI, 2008).

#### 3.4.1.1 Feições litológicas e estruturais

A análise de derrames de basalto envolve o registro de feições litológicas e estruturais relacionadas com os seguintes processos: resfriamento, fluxo, inflação, cristalização e segregação magmática. No quadro 1 observam-se estas características:

<b>Processos</b>	<b>Feições Litológicas e Estruturais</b>
<b>Resfriamento</b>	Estrutura zonada; Disjunção colunar; Entablamento
<b>Fluxo</b>	Disjunção tabular sigmoidal; Vesículas inclinadas; Brechas vulcanoclásticas; Brechas autoclásticas; Brechas de topo
<b>Inflação</b>	Juntas de inflação; Disjunção tabular; Variações composicionais; Dobras; Arqueamentos
<b>Cristalização</b>	Variações texturais; Minerais primários; Minerais secundários Glóbulos de vidro; Preenchimento de cavidades e fraturas Geodos
<b>Segregação e Diferenciação Magmática</b>	Espiráculos; Soleiras internas; Gabro pegmatóide; Granófiro e riolito

Quadro 1 – Processos e feições litológicas e estruturais de derrames de basalto.  
FONTE: Arioli (2008)

Estas variedades de diferenciados finais da lava basáltica ainda não foram registradas na formação Serra Geral dentro do território Paranaense (ARIOLI, 2008).

Em basaltos continentais esta estrutura desenvolve-se geralmente a partir de lobos de basalto vesicular, com espessuras de poucos decímetros, em cujo interior acumula-se progressivamente lava maciça, até formar a zonalidade descrita na sequência. A vesicularidade do derrame lobado resulta da desgaseificação da lava, ao entrar em contato com a atmosfera, ou mais precisamente, por ser despressurizada pela erupção. Dentro do núcleo maciço, ao contrário, os gases permanecem dissolvidos na lava, sob ação da pressão confinante gerada pela carapaça vesicular, cuja estrutura esponjosa favorece o resfriamento rápido. A este processo denomina-se inflação de derrame, reconhecido por Self *et al.* (1997) como o mecanismo mais fundamental e generalizado no desenvolvimento das províncias de basaltos continentais.

O Terceiro Planalto Paranaense é caracterizado por derrames básicos e ácidos. Os últimos são constituídos por riolitos pórfiros de coloração acinzentada que se encontram, geralmente, sobrepostos aos derrames básicos. A espessura desses derrames, conforme a MINEROPAR (1989), pode atingir cem metros para os ácidos e, trinta metros para os derrames básicos. Segundo Leinz (1949) e Leinz *et al.* (1966), a espessura média dos derrames para o Terceiro Planalto situa-se em torno de 1.000m no interior da bacia do Paraná e 350m na borda do Planalto. De acordo com Maack (1981), mais para o oeste essas espessuras podem chegar entre 1.000 e 1750m.

### 3.5 A GEOMORFOLOGIA DO TERCEIRO PLANALTO PARANAENSE

De acordo com Argento (1994), a Geomorfologia serve de base para a compreensão das estruturas espaciais, não só em relação à natureza física dos fenômenos, bem como à sua natureza socioeconômica. Neste sentido, o mapeamento geomorfológico tem sido priorizado no desenvolvimento de projetos de gerenciamento ambiental, ou até mesmo em uma concepção mais integradora, na gestão do território, descrito pelos pesquisadores do IPARDES (1989). Herrmann e Rosa (1990) ressaltam que a área da pesquisa encontra-se inserida na unidade de relevo denominada de Planalto das Araucárias, que além do Paraná, abrange também os demais Estados da Região Sul. Neste planalto encontram-se rochas efusivas básicas que proporcionaram alternância nas características do modelado do relevo recebendo denominações geomorfológicas locais.

O Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava está situado a Oeste da Serra da Esperança ou da Escarpa Arenito-basáltico (Serra Geral) que vai até a margem esquerda do rio Paraná, ocupando uma área de 140.884km<sup>2</sup> que corresponde aproximadamente a 2/3 do Estado do Paraná. É formado em sua maioria pelos grandes e sucessivos derrames de lavas básicas do vulcanismo Gondwânico, do Pós-Triássico até o Eo-Cretáceo, possuindo vulcanismo de fissura, de direção SE a NW, que hoje se encontra solidificada como diques de diabásio (MAACK, 1981).

Maack (1948, 1981, 2002) tomando como referência os Rios Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu dividiu o referido planalto em cinco grandes blocos:

- a) Planalto de Cambará e São Jerônimo da Serra, localizado na parte nordeste do estado, tendo seus limites nos rios Tibagi, Paranapanema e Itararé;
- b) Planalto de Apucarana, que se estende entre os rios Tibagi, Paranapanema, Ivaí e Paraná;
- c) Planalto de Campo Mourão, compreendido entre os rios Ivaí, Piquiri e Paraná;
- d) Planalto de Guarapuava, que ocupa terras entre os rios Piquiri, Iguaçu e Paraná;
- e) Planalto de Palmas, que se estende entre o divisor norte da bacia do rio Uruguai e sul da bacia do Iguaçu até seu vale. Este divisor de águas

serve de limite natural entre os Estados do Paraná e Santa Catarina nesta região.

Conforme Maack (1981), este planalto é constituído por estratos de arenitos São Bento inferior ou Botucatu, com espessos derrames de lavas básicas, muito compactas, do *trapp* do Paraná, que na testa da escarpa apenas evidencia espessuras de 50 a 200m, atingindo, mais para Oeste entre 1.100 a 1.750m nas proximidades do rio Paraná.

O Terceiro Planalto é a região fisiográfica paranaense mais simples, pelas suas formas e estruturas. Desenvolve-se a oeste da escarpa triássica da Serra da Esperança. É formado, principalmente, por camadas de efusivas básicas (*Trapp* do Paraná), suavemente inclinadas para o vale do rio Paraná. Na parte noroeste do Estado do Paraná ocorrem sedimentos arenosos de faces eólicas - Arenito Caiuá (BIGARELLA, 1975).

Os derrames de *trapp* abrangem a extensão total do Terceiro Planalto do Estado do Paraná entre o rio Paranapanema e o divisor de águas Iguaçu-Uruguaí (MAACK, 1981). O Terceiro Planalto Paranaense apresenta-se como região levemente ondulada, com chapadas de encostas suaves. Os divisores dos grandes rios são geralmente arredondados e designados impropriamente como serras (Serra dos Cinco Irmãos, Serra do Lagarto e outras). A escultura da topografia dessa região está estritamente subordinada aos níveis de eruptivas. A gênese da escarpa (Serra da Esperança) é explicada pelas relações entre os fenômenos erosivos e a estrutura da série São Bento (BIGARELLA *et al.*, 1994).

No Estado do Paraná é possível individualizar paisagens geomorfológicas regionais dentro da mesma zona morfoclimática, controladas, sobretudo, pela estrutura geológica, como é o caso da paisagem do Planalto Basáltico da Bacia do Paraná.

De acordo com Paisani *et al.* (2008), essa noção foi passada por Reinhard Maack nas décadas de 1940 e 1950. Seus trabalhos estão concentrados no famoso livro Geografia Física do Estado do Paraná. Embora a contribuição de Maack ter sido muito importante, nas décadas posteriores poucas pesquisas procuraram compreender a evolução das paisagens geomorfológicas regionais e identificar paleosuperfícies no Estado do Paraná.



Bigarella e Andrade (1965) identificaram superfícies aplanadas na porção Leste do Estado do Paraná e propuseram modelo evolutivo para as paleosuperfícies que se configurou como marco na história da Geomorfologia brasileira. O modelo aponta para a existência de remanescentes de superfícies aplanadas geradas em ciclos de erosão mecânica em fase com as mudanças climáticas globais (BIGARELLA; MAZUCHOWSKI, 1985). A Figura 16 indica o Mapa Geomorfológico do Estado do Paraná.



Figura 16 – Mapa Geomorfológico do Estado do Paraná.

FONTE: ITCG-AGEP (2006)

No próximo capítulo indicam-se os procedimentos metodológicos utilizados para produzir esta Tese.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão abordados os procedimentos metodológicos e os materiais utilizados para a confecção da Tese.

### 4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

A elaboração da tese contou com a utilização dos seguintes materiais e instrumentos de apoio aplicados nas análises de campo e/ou nos trabalhos de campo:

- a) Cartas topográficas e articulação na escala 1: 250.000: Com base na numeração adotada pelo IBGE (2002), utilizaram-se as cartas SG-21-X-D, SG-22-V-C e SG-22-V-D conforme figura 17;

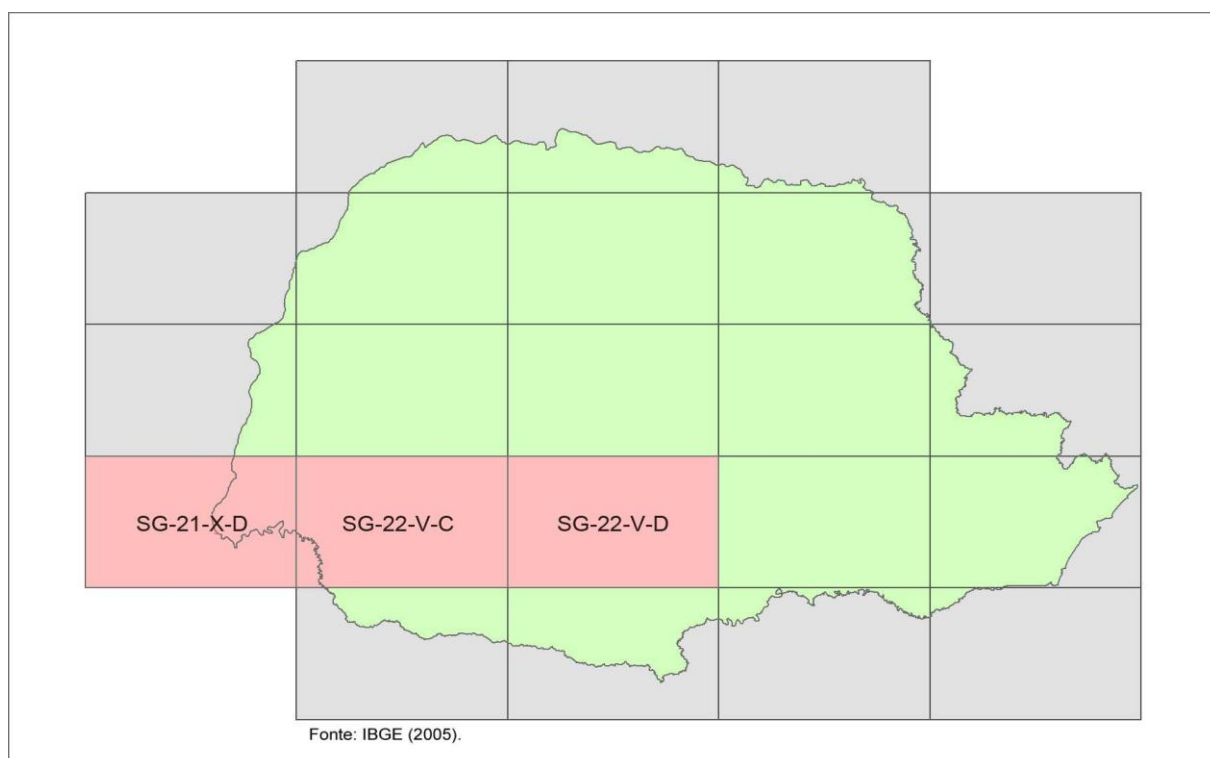


Figura 17 – Cartas topográficas e articulação utilizada na pesquisa

- b) Aparelho de GPS (Global Position System): Utilizado para o georreferenciamento das informações verificadas em campo;

- c) Máquina fotográfica digital: utilizada para o registro das características geológico-geomorfológicas verificadas em campo;
- d) Software de geoprocessamento ArcView 9.3: utilizado para armazenamento e processamento das informações espaciais e elaboração dos mapas temáticos da pesquisa.

## 4.2 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em geomorfologia a essência da pesquisa empírica, transparece por meio da observação, da descrição minuciosa dos fatos observados, de seu registro cartográfico e fotográfico, de sua correlação com os outros conhecimentos em pesquisas efetuadas em outros locais e da análise e interpretação dos resultados.

Ross (1991) argumenta que, ao usar a técnica cartográfica geomorfológica, é preciso ter claramente definidos os objetivos da pesquisa, o método de pesquisa e a escala de representação.

Neste contexto, fez-se uso da cartografia da pesquisa como instrumento de análise, bem como de síntese. O processo de síntese visa confrontar o trabalho com o domínio teórico e metodológico indicados neste capítulo e no capítulo precedente. Para concluir e consolidar os dados de campo fez-se uso do modelo teórico de Bigarella, Mousinho e Silva (1965).

O estudo empírico inicial ocorreu entre os dias 18 e 23 do mês de agosto de 2008, no Planalto de Guarapuava, num percurso de 2.320 km. Nesse primeiro trabalho de campo foram demarcados pontos amostrais ao longo de um transecto de possíveis superfícies de aplanamento de uma área situada entre os rios Piquiri e Iguaçu, no Terceiro Planalto Paranaense. Desta etapa, sete pontos foram descritos, e analisados.

Na segunda etapa do trabalho de campo, ocorrida no período de 21 a 25 de abril de 2010, foram percorridos 1.622 km, identificaram-se dezoito pontos do relevo que poderiam ser caracterizadas como paleoformas, sendo que três foram eleitos.

Na terceira etapa do trabalho de campo que ocorreu no período de 31 de outubro a 04 de novembro de 2010, cumpriu-se um roteiro de 1.390 km, tendo sido levantados trinta pontos de possíveis superfícies aplanadas, sendo 10 deles eleitos e analisados.

Na Figura 18 estão assinalados os percursos e os traçados que foram percorridos nas três visitas de campo e a área específica da pesquisa.



Figura 18 – Transecto da área de estudo no Planalto de Guarapuava

Fonte: ITCG – Base Digital (2010). Organizado por SILVA (2010)

Durante os trabalhos de campo foram observados e fotografados setenta e seis pontos distribuídos no transecto entre Guarapuava e Foz do Iguaçu, num trajeto que totalizou 5.332 quilômetros e, destes, foram eleitos vinte pontos que serviram de base para a construção da pesquisa. Com base nos resultados dos dados amostrais foram selecionados dez pontos com cotas altimétricas variando de 1.300 m na Escarpa da Esperança, na região de Inácio Martins, a pouco mais de 200 m de altitude no município de Foz do Iguaçu.

Buscou-se com a base teórica e a metodológica compreender o objeto da pesquisa. Nesse sentido, além de estabelecer linguagem conceitual utilizada na descrição e na interpretação dos resultados da pesquisa, também se descreveram os procedimentos utilizados na elaboração do mapeamento geomorfológico.

Enquanto procedimento de decomposição de um todo definido a partir de seus elementos, uma análise busca a descrição e a explicação de um objeto por meio de seus componentes (DUROZOI; ROUSSEL, 1993). Nessa perspectiva, foram identificados elementos geológicos, geomorfológicos e hidrográficos por meio de cartas topográficas, fotografias aéreas, imagens de satélites, trabalhos sistemáticos de campo e de laboratório permitindo uma interpretação do relevo das superfícies de aplanamento correspondente à área estudada.

As superfícies de aplanamento foram representadas por meio de perfis topográficos e modelos digitais do terreno identificando os pedimentos com relação ao plano de declive e as cotas altimétricas. Os procedimentos metodológicos baseados em Ab'Saber (1969), foram pautadas nos quatro níveis de pesquisa sugeridos por Libault (1971), a construção da Tese teve o seu desenvolvimento dividido em quatro etapas:

- a) A primeira etapa envolveu o nível compilatório, isto é, de coleta, de seleção e organização de uma base de dados extraída de referencial bibliográfico, levantamento de dados derivados de documentos cartográficos disponíveis em escalas 1:50.000 e 1:100.000, obtidos por técnicas de levantamento de seções topográficas traçadas ao longo de divisores (perfis) e na superposição de seções respectivamente seguindo modelos de diagramas ilustrativos de superfícies de aplanamento adotados por Bigarella et al. (1978) e Passos (1987), técnicas estas combinadas e aperfeiçoadas em procedimento inédito sugerido em diagramas ilustrativos por Bigarella (2003).
- b) A segunda etapa envolveu a correlação dos registros obtidos na etapa anterior, para identificação e classificação dos remanescentes de superfícies aplanadas evidenciadas em relevo residual, obtidos cartograficamente conforme descrição da etapa anterior. Nesta etapa foram adotadas para classificação classes hipsométricas definidas por intervalos determinados pelo equivalente à equidistância das curvas de nível das cartas topográficas utilizadas 25-525(SG-22-V-D); 25-54(SG-22-V-C); 25-555(SG-21-X-D);
- c) Confrontados com observações de campo nesta etapa os dados foram tabulados e quantificados (efetuadas análise de frequência) e em função dos resultados reagrupados a partir das classes hipsométricas pelo

equivalente a intervalos de classe relacionados à sequência de níveis de aplanamento reconhecidos nos levantamentos e em acompanhamentos de campo;

- d) A última etapa refere-se ao nível normativo (LIBAULT, 1971). Nesta etapa foram produzidos os documentos finais de síntese com base nos resultados da etapa anterior. A paisagem foi compartimentada com base no modelo conceitual adotado, possibilitando-se a geração de um quadro ou de um mapa síntese, e desta forma quantificada a ocorrência e avaliada de certo modo a significância das referidas paleosuperfícies na configuração da paisagem. Embora nos estudos não seja prevista a avaliação em área absoluta ocupada em cada nível de aplanamento identificado, mas sim delimitadas as áreas em que estão distribuídas. Deste modo são delimitados os domínios de antigos pediplanos e a distinção de áreas onde o paleorelevo reduziu-se a superfícies rebaixadas em que os remanescentes são mais recentes prevalecendo superfícies embutidas caracterizadas por pedimentos. Cabe ainda destacar que tais produtos devem ainda facilitar a visualização da distribuição espacial das unidades de relevo estudadas.

#### 4.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA E DE ANÁLISE DE DADOS E INFORMAÇÕES

Utilizou-se a proposta metodológica de Ab'Sáber (1969) e o modelo teórico de Bigarella, Mousinho e Silva (1965) e Bigarella e Passos (2003), para identificar, caracterizar, registrar, analisar e compreender as superfícies de aplanamento do Terceiro Planalto Paranaense, delimitado entre os Rios Piquiri e Iguaçu. As técnicas de trabalho ocorreram basicamente com o estudo bibliográfico e levantamentos de campo. Em campo realizou-se o reconhecimento da área de estudo, procurando identificar as superfícies aplanadas na paisagem. Foi efetuado o registro fotográfico dessas superfícies e dos indicadores paleoclimáticos, os quais corroboram a interferência de flutuações climáticas na esculturação do relevo.

Na 1ª fase do modelo de Ab'Sáber fez-se a caracterização e a descrição dos relevos da área delimitada.

Na 2ª fase foi realizado um levantamento de informações da área delimitada através das seguintes pesquisas: bibliográfica, cartográfica e campo.

Na 3ª fase foi realizada a pesquisa bibliográfica da aplicação empírica do modelado proposto por Bigarella e Passos (2003).

Para a operacionalização e o desenvolvimento da Tese, a pesquisa ocorreu em dois momentos interligados: gabinete e campo. A fase de gabinete precedeu os trabalhos de campo e abrangeu os seguintes aspectos:

- a) Ampla revisão bibliográfica dos temas pertinentes a pesquisa da geologia, pedologia, climatologia e fitogeografia da área de estudo da Tese.
- b) Levantamento de materiais cartográficos disponíveis mapas topográficos e análise desses materiais.
- c) Traçado do roteiro para o trabalho de campo.

Na fase dos trabalhos de campo foram examinados e descritos os níveis de superfícies de aplanamento. Foram descritos tipos de litologia, estrutura geológica e formações superficiais.

#### 4.4 ATRIBUTOS TOPOGRÁFICOS

Os atributos topográficos referem-se às informações quantitativas que podem servir como parâmetro na identificação das superfícies de aplanamento. Na presente pesquisa referem-se aos dados de altitude, declividade, orientação de vertentes, curvatura de vertentes (vertical e horizontal), formas de terreno e divisores e talvegues.

Essas informações foram geradas em ambiente de geoprocessamento, no *software* ArcGis 9.3, baseando-se em Valeriano *et al.* (2009) a partir dos dados do *Shuttle Radar Topograph Mission* (SRTM) que melhorou por meio da geoestatística de 90 para 30 metros de resolução espacial. O autor citado utilizou para mapeamento de todo o território brasileiro a articulação de cartas 1:250.000 (1º de latitude por 1,5º de longitude).

O mapa de altitudes consiste no armazenamento de cotas de elevação do terreno em arquivo digital estruturado em linhas e colunas. Este mapa foi

confeccionado pela interpolação entre o limite da bacia hidrográfica, as curvas de nível, os pontos cotados e a hidrografia detalhada por meio das extensões *3D Analyst* do software ArcGis 9.3, tendo como método a *Triangulated Irregular Network* (TIN) em português Grade Triangular Irregular, na qual a representação do relevo é feita por facetas triangulares associadas a valores de altitude, declividade e orientação. Em seguida foram atribuídas a variação de cores e as classes de altitude.

O mapa de declividade que representa o ângulo de inclinação da superfície local em relação ao plano horizontal foi elaborado a partir dos dados de altitude. A inclinação das vertentes foi expressa inicialmente em graus e convertida para porcentagem por meio da seguinte fórmula:

$$X/100 * \text{inverso da tangente, sendo } X \text{ o valor em graus.}$$

Para a análise digital do terreno utilizou-se como base o Modelo Numérico do Terreno (MNT) gerado pelo *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com um tamanho de célula de 30 x 30 metros.

O trabalho utilizou atributos primários derivados do Modelo Numérico do Terreno (MNT) de Moore *et al.* (1991) os quais permitiram a caracterização de elementos da paisagem que se encontravam relacionados com os processos de conservação de paleoformas do relevo. Esses atributos foram: elevação, declividade e curvatura em cada ponto da superfície.

A declividade derivada da altitude é correspondente à inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal. A declividade foi calculada diretamente a partir do formato matricial para facilidade de manipulação. A curvatura derivada da altitude, cujos valores das células associam-se à concavidade ou à convexidade das vertentes indica o tipo de formação do terreno. A curvatura de uma vertente está relacionada com fatores como o fluxo convergente/divergente e taxa de erosão/deposição (MOORE *et al.*, 1991).

Teoricamente, vertentes retilíneas têm valor de curvatura nulo, vertentes côncavas os têm positivos e convexas têm curvatura negativa. Entretanto, muito pouco do que se julga ser retilíneo apresenta curvatura rigorosamente nula, cabendo, nessa interpretação, uma faixa de tolerância; além disso, imprecisões de todo o processo desde o mapeamento, passando pelo processamento digital, geram



flutuações nos cálculos realizados para a curvatura vertical, essencialmente, derivativos, logo, uma sequência de testes realizados em conjunto sobre os seis Modelos Digitais de Elevação (MDE) foi desenvolvida para a determinação dos limiares para vertentes retilíneas. Os testes consistiram da geração de mapas que foram submetidos a comparações interpretativas com as cartas topográficas e da observação em escala padronizada de perfis de vertentes representativas e excepcionais de cada área. Estes testes levaram à seleção do intervalo de  $-0,55\%$   $100\text{ m}^{-1}$  a  $+0,55\%$   $100\text{ m}^{-1}$  para a classe de vertentes retilíneas. Valores abaixo desse intervalo foram classificados como côncavos e, acima, convexos. (VALERIANO, 2003, 2008).

Ainda, segundo este mesmo autor (2009), as formas de terreno apresentam variação mensurável em valores das curvaturas verticais e horizontais, em função da combinação destes valores as formas podem ser classificadas e demonstradas conforme Quadro 2.

Marques (1971)		Lepsch (1991)		EMBRAPA (1999)	
Declive	Faixa (%)	Classe	Faixa (%)	Relevo	Faixa (%)
A – suave	0 a 2,5	A	0 a 2	Plano	0 a 3
B – moderado	2,5 a 12	B	2 a 5	Suave ondulado	3 a 8
C – forte	12 a 50	C	5 a 10	Ondulado	8 a 20
D – Muito forte	Acima de 50	D	10 a 15	Forte ondulado	20 a 45
-		E	15 a 45	Montanhoso	45 a 75
-		F	45 a 70	Escarpado	Acima de 75
-		G	Acima de 70	-	

Quadro 2 – Intervalos de classes de declividade

Fonte: Adaptado de Valeriano (2008)

As curvaturas verticais são classificadas em:

- Côncavas:** quando o afastamento entre as curvas de nível aumenta conforme as altitudes diminuem (curvatura negativa).
- Retilíneas:** quando há igual afastamento entre as curvas de nível;
- Convexas:** quando o afastamento entre as curvas diminuem conforme as altitudes aumentam (curvatura positiva).

As curvaturas horizontais são classificadas conforme o direcionamento de fluxo hídrico em:

- Convergentes;**

- b) Planas;
- c) Divergentes.

Na Figura 19 podem-se visualizar as formas de terreno. Estas formas referem-se à combinação das curvaturas verticais e horizontais.

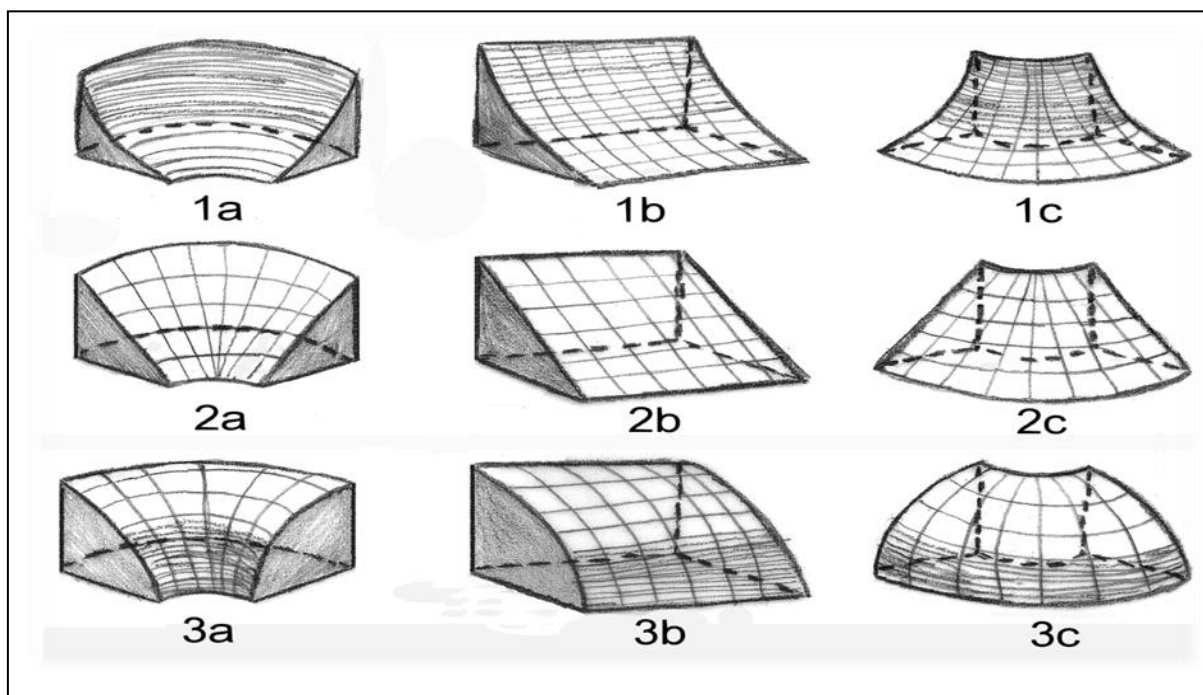


Figura 19 – Combinação das curvaturas verticais e horizontais para caracterização das formas de terreno, sendo: 1a) côncava-convergente; 1b) côncava-planar; 1c) côncava-divergente; 2a) retilínea-convergente; 2b) retilínea-planar; 2c) retilínea-divergente; 3a) convexa-convergente; 3b) convexa-planar; 3c) convexa-divergente. Fonte: Valeriano (2009). Desenho adaptado de Valeriano (2009) por Anne Liz Costa Passos.

Em ilustração de melhor detalhe que representa a curvatura da vertente com a combinação das formas em plano e perfil, a figura 20 demonstra modelos didáticos que associam, de maneira resumida, as formas de vertentes.

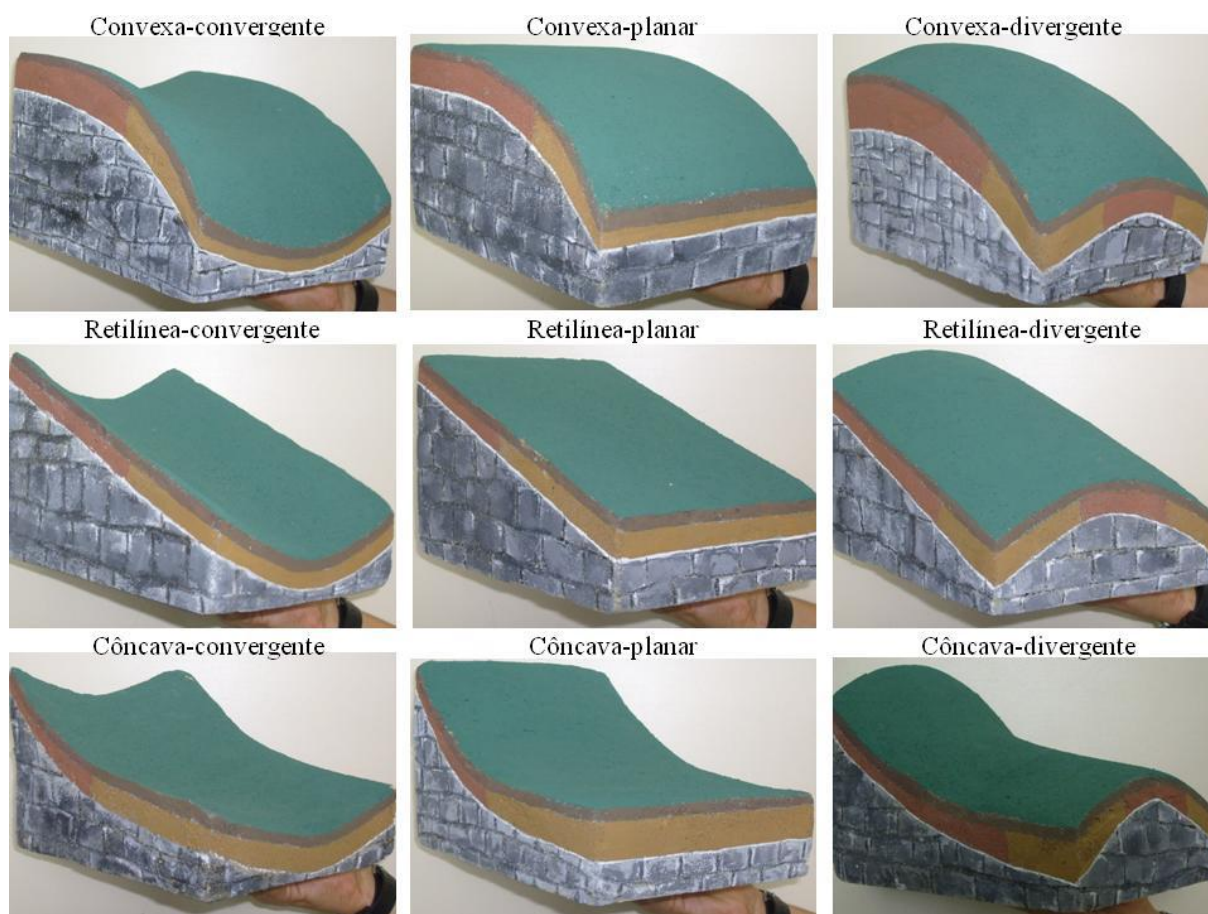


Figura 20 – Modelos didáticos ilustrativos que representam as formas das vertentes em perfil e plano de curvatura.

Fonte: Taborda (2010). Adaptado de Curcio (2008).

As informações de referência utilizadas nas análises foram extraídas da carta topográfica da região (IBGE, 1979) e incluíram as curvas de nível de 20 em 20 metros e a rede hidrográfica. A base de dados e as análises foram geradas no *software* ArcGis (Versão9, ESRI, 1997).

A orientação de vertentes é definida como o ângulo azimutal correspondente à maior inclinação do terreno, no sentido descendente. É expressa em graus, de 0° a 360°. Em campo, é determinada pela leitura da bússola apontada na direção presumida do escoamento, ou simplesmente, morro abaixo. Em mapas topográficos, a orientação é dada pela direção transversal à isolinha local e no sentido descendente. A orientação de vertentes compõe, com a declividade, a geometria de exposição da superfície do terreno em representações sob esquema de relevo sombreado (VALERIANO, 2009).

## **5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS E INFORMAÇÕES DA PESQUISA DE CAMPO**

Os levantamentos de campo de caráter amostral conforme descritos nos procedimentos foram realizados em três campanhas que foram descritas no capítulo de metodologia.

Os levantamentos realizados no primeiro trabalho de campo foram fundamentais para entender as relações e forma de distribuição dos componentes geológicos (litológicos e estruturais) da área em questão envolvendo a coleta de material litológico para identificação. Os outros dois trabalhos foram realizadas com o objetivo de localizar supostas superfícies aplanadas.

Para a realização destas viagens de campo dada a sua extensão fez-se necessário uma montagem em forma de mosaico utilizando a articulação das Cartas (SG-22-V-D), (SG-22-V-C) e (SG-21-X-D). Estas Cartas estão localizadas entre as Latitudes de 25° a 26° Sul e Longitudes de 51° a 54° 50' Oeste.

Toda a região da pesquisa encontra-se na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, enquanto que suas unidades morfoesculturais localizam-se no segundo e terceiro planaltos paranaense.

### **5.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS PERFIS TOPOGRÁFICOS**

Nesta seção observa-se e analisa-se os diversos perfis topográficos na área de estudo da pesquisa. A figura 21 ilustra em quais locais foram definidas as seções para elaboração dos perfis topográficos.



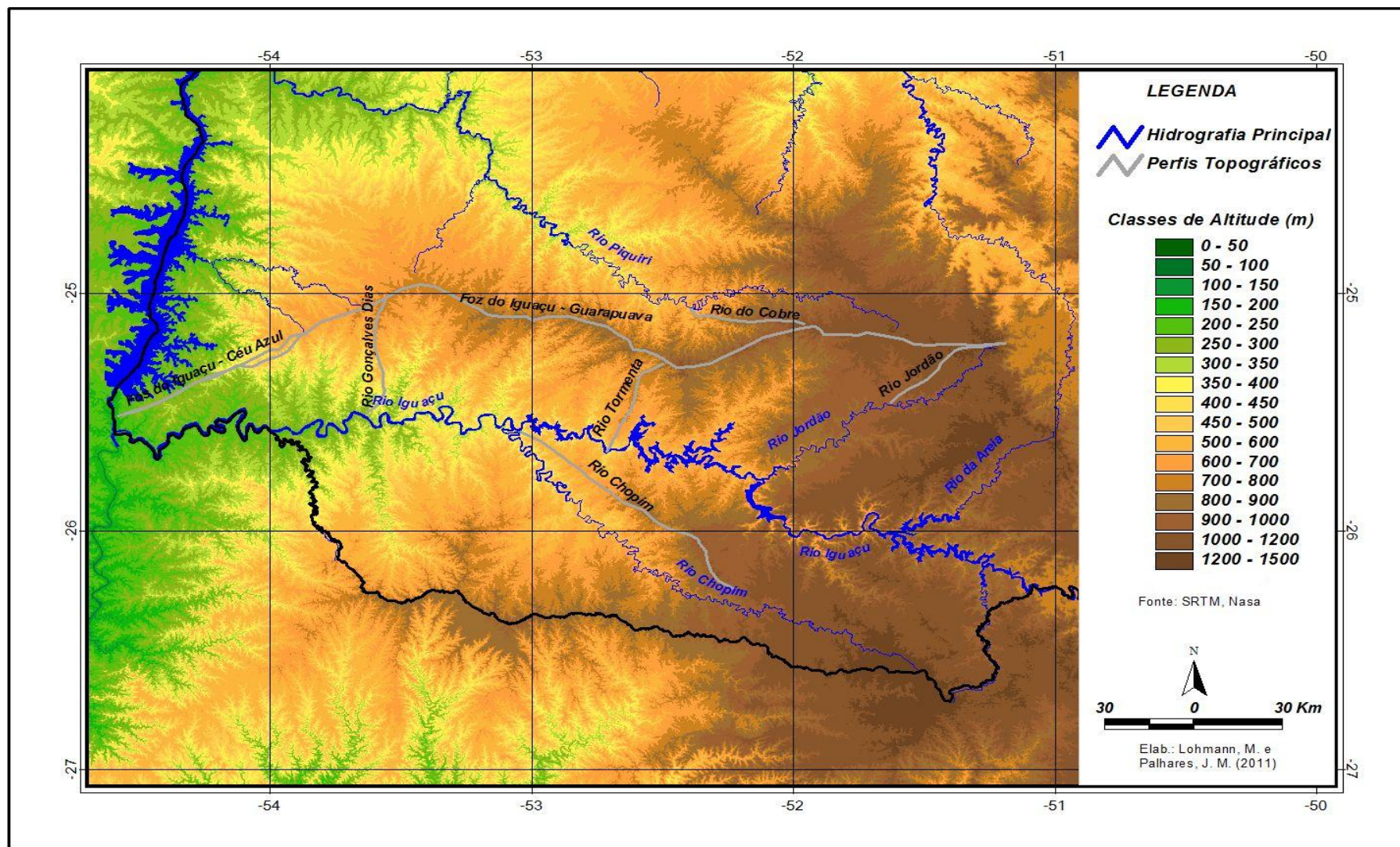


Figura 21 – Locais em que foram definidos as seções dos perfis topográficos  
 Fonte: Elaborado pelo autor

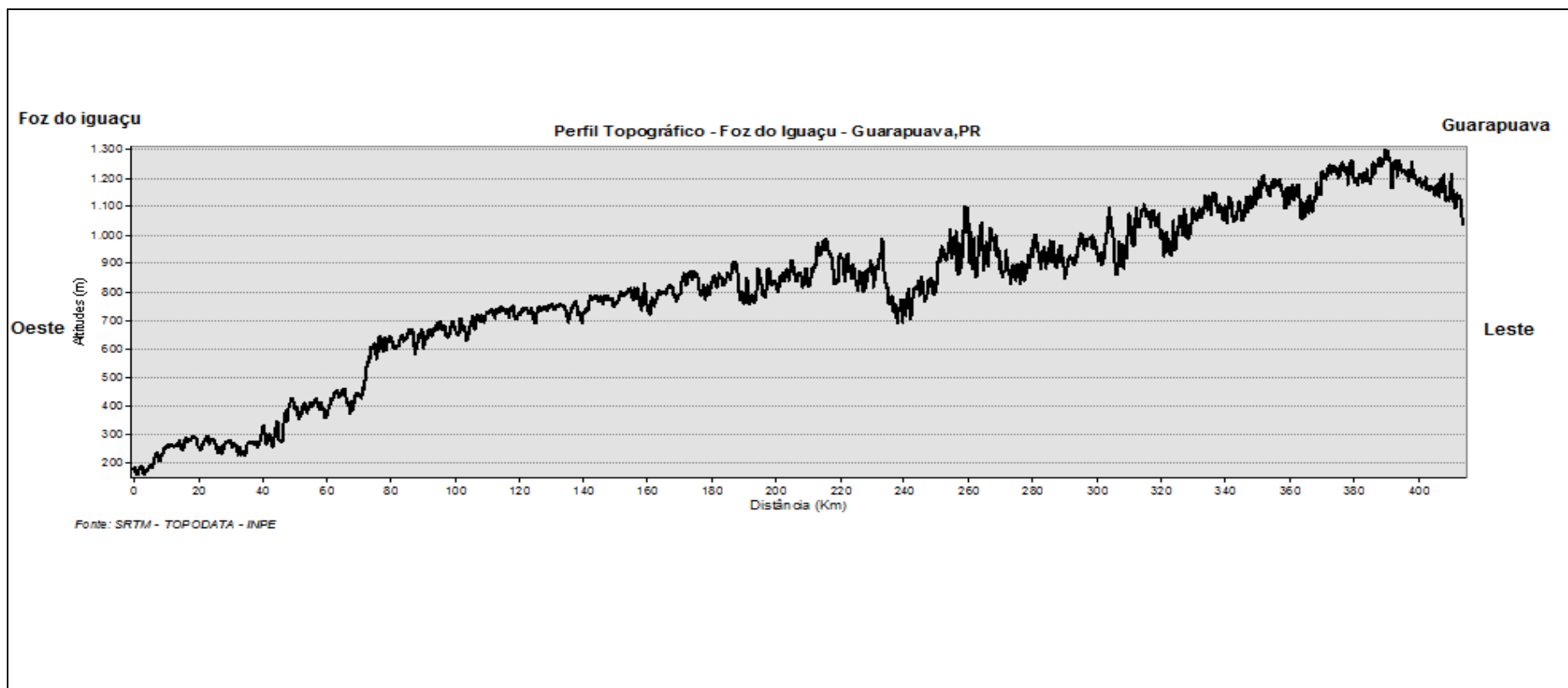


Figura 22 – Perfil Topográfico – Foz do Iguaçu – Guarapuava, PR  
Fonte: Elaborado pelo Autor

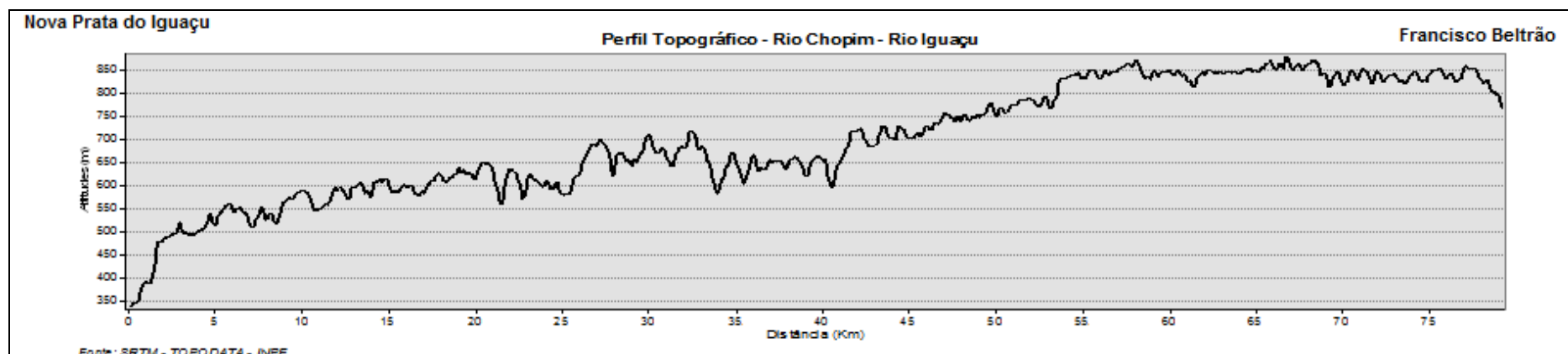


Figura 23 – Perfil Topográfico – Rio Chopim – Rio Iguaçu  
 Fonte: Elaborado pelo Autor

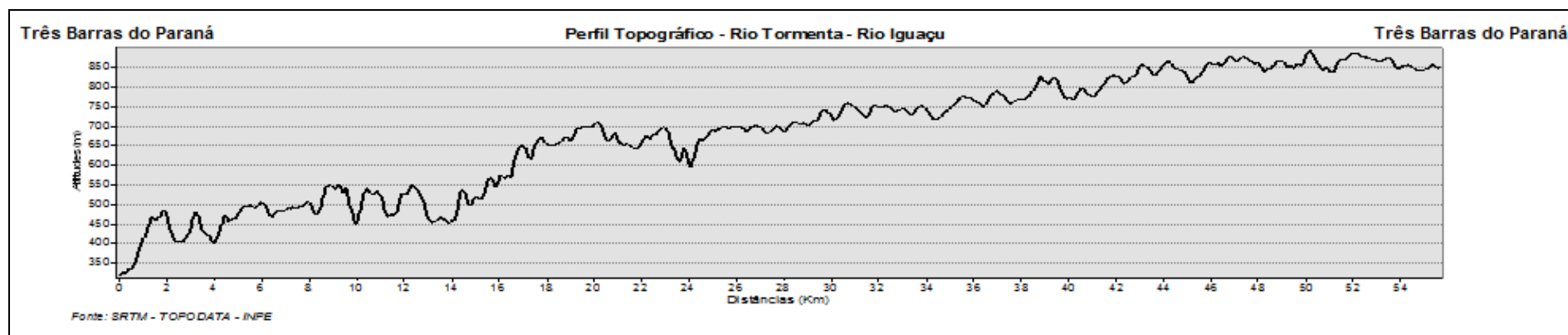


Figura 24 – Perfil Topográfico – Rio Tormenta – Rio Iguaçu  
 Fonte: Elaborado pelo Autor

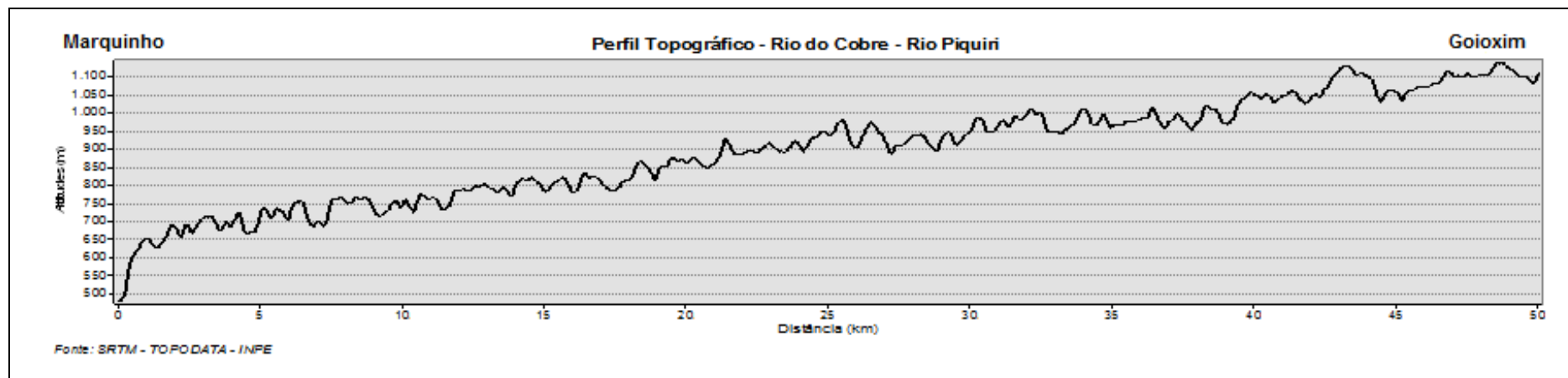


Figura 25 – Perfil Topográfico – Rio do Cobre – Rio Piquiri  
 Fonte: Elaborado pelo Autor

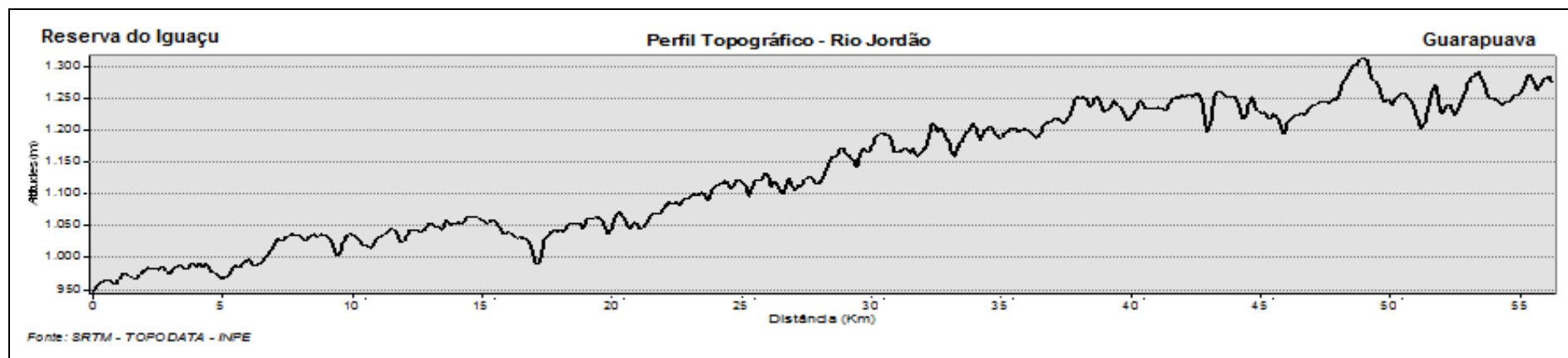


Figura 26 – Perfil Topográfico – Rio Jordão  
 Fonte: Elaborado pelo Autor



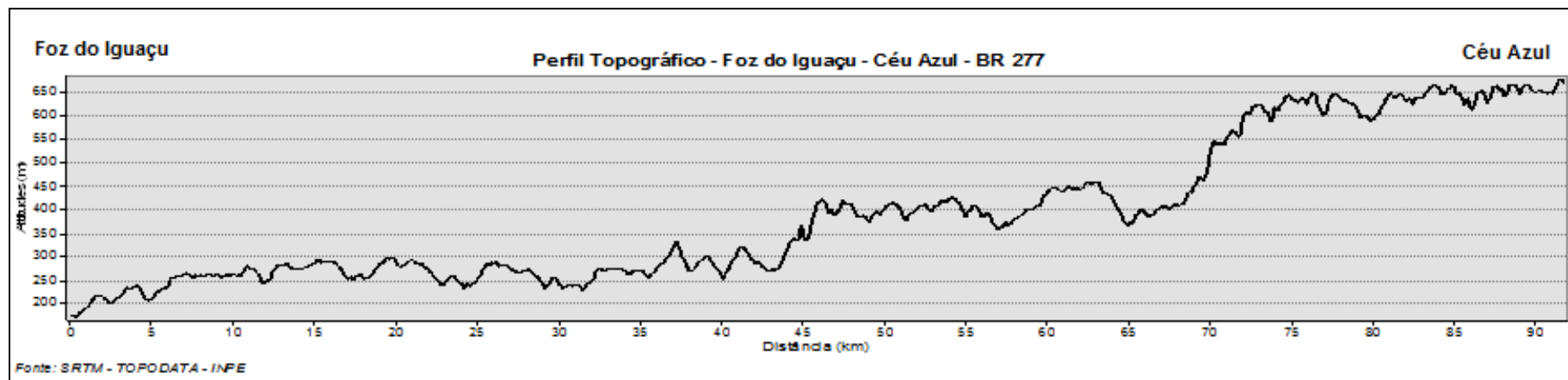


Figura 27 – Perfil Topográfico – Foz do Iguaçu – Céu Azul – BR 277

Fonte: Elaborado pelo Autor

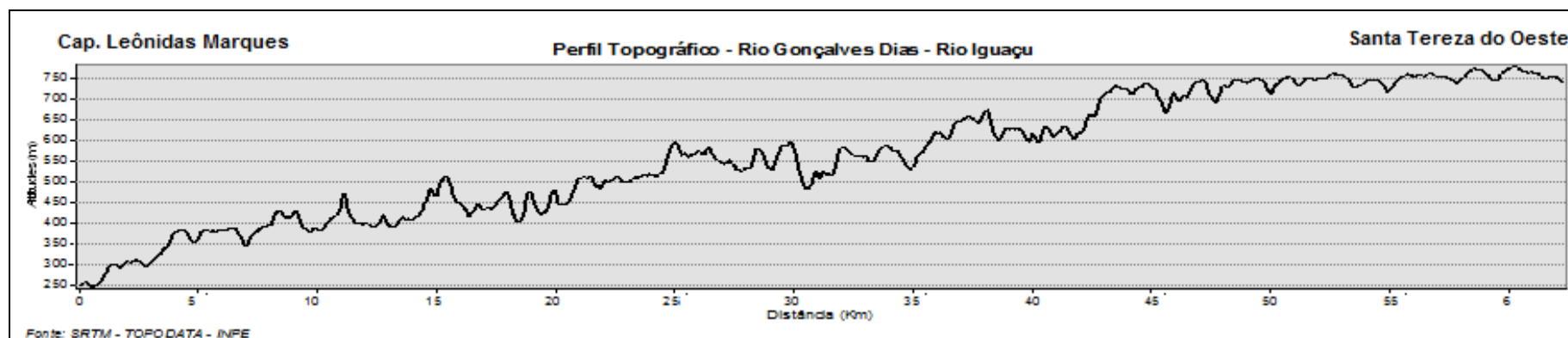


Figura 28 – Perfil Topográfico – Rio Gonçalves Dias – Rio Iguaçu

Fonte: Elaborado pelo Autor

A figura 22 indica o perfil topográfico no sentido Oeste-Leste Foz do Iguaçu-Guarapuava acompanhando o trajeto da BR 277. Com base no perfil topográfico e também nos trabalhos de campo ficaram evidentes que nas cotas entre 250 e 300 metros de altitude já se percebe superfícies de aplanamento. Entre 450 e 600 metros há um desnível acentuado entre os municípios de Medianeira e Matelândia formando uma escarpa de planalto. Nas cotas entre 700 e 900 metros o terreno é mais suave apresentando formação de outras superfícies aplanadas.

A partir do município de Ibema observa-se através do gráfico que o terreno é bastante íngreme acompanhando o vale de alguns importantes rios da margem direita do Rio Iguaçu a exemplo dos rios Guarani, das Cobras e Jordão. Na região de Guarapuava o terreno é mais plano, surgindo novas superfícies aplanadas nas cotas altimétricas entre 800 e 1.100 metros. Nas proximidades da Escarpa da Esperança o terreno exhibe uma altitude acima de 1.300 metros.

A figura 23 representa o perfil topográfico Rio Chopim/Rio Iguaçu e as cotas altimétricas iniciam com 350 metros nas proximidades da calha do Rio Iguaçu. Entre 550 e 650 metros aparecem várias superfícies de aplanamento. Nota-se que com o afastamento do Rio Iguaçu o terreno vai apresentando cotas mais elevadas evidenciando que o nível de base é o próprio Rio Iguaçu. Ainda neste mesmo perfil observam-se superfícies de aplanamento nas cotas entre 700 e 850 metros de altitude.

A figura 24 representa o perfil topográfico Rio Iguaçu/Rio Tormenta, iniciando com cotas altimétricas na ordem de 300 metros nas proximidades do Rio Iguaçu, sendo o Rio Tormenta seu afluente da margem direita. Nota-se através do perfil topográfico que aparecem superfícies aplanadas nas cotas de 450 e 500 metros, também entre 600 e 800 metros de altitude. Nas cabeceiras de drenagens do Rio Tormenta aparecem outras superfícies nas cotas acima de 800 metros evidenciando formação morfoestrutural.

A figura 25 representa o perfil topográfico Rio Piquiri/Rio do Cobre, apresenta terreno muito íngreme variando entre 450 e 1200 metros de altitude. Observa-se através do transecto que surgem superfícies aplanadas a partir das cotas de 700 metros elevando-se até 1.200 metros de altitude.

A figura 26 do perfil topográfico Rio Iguaçu/Rio Jordão apresenta terrenos mais suaves principalmente nas cotas entre 950 e 1.150 metros evidenciando assim superfícies aplanadas. Da área pesquisada essa é a que apresenta as cotas

altimétricas médias mais elevadas. A pesquisa de campo comprovou que nessa região as superfícies aplanadas são de origem morfoestruturais.

A figura 27 representa o perfil topográfico Foz do Iguaçu/Céu azul, acompanhando o traçado da BR 277 confirmando que essa rodovia foi construída sobre o divisor de águas das bacias dos rios Iguaçu e Paraná. Observa-se no município de Foz do Iguaçu cotas altimétricas com menos de 200 metros de altitudes. Nas cotas entre 300 e 450 metros nota-se a formação de superfícies aplanadas sendo as mais baixas dessa região. Entre os municípios de Medianeira e Matelândia existe um desnível bastante acentuado na escarpa do planalto. Toda essa área apresenta superfície aplanada denominada PD2. Na prancha 12 pode-se observar uma dessas superfícies.

A figura 28 representa o perfil topográfico Rio Iguaçu/Rio Gonçalves Dias, localizado nas proximidades do Parque Nacional do Iguaçu. Nas imediações da calha do Rio Iguaçu as cotas altimétricas estão abaixo de 250 metros de altitude, chegando a 800 metros nas cabeceiras de drenagem do Rio Gonçalves Dias. A partir de 300 metros aparecem as primeiras superfícies aplanadas.

A figura a seguir indica os 20 pontos eleitos durante os três trabalhos de campo.

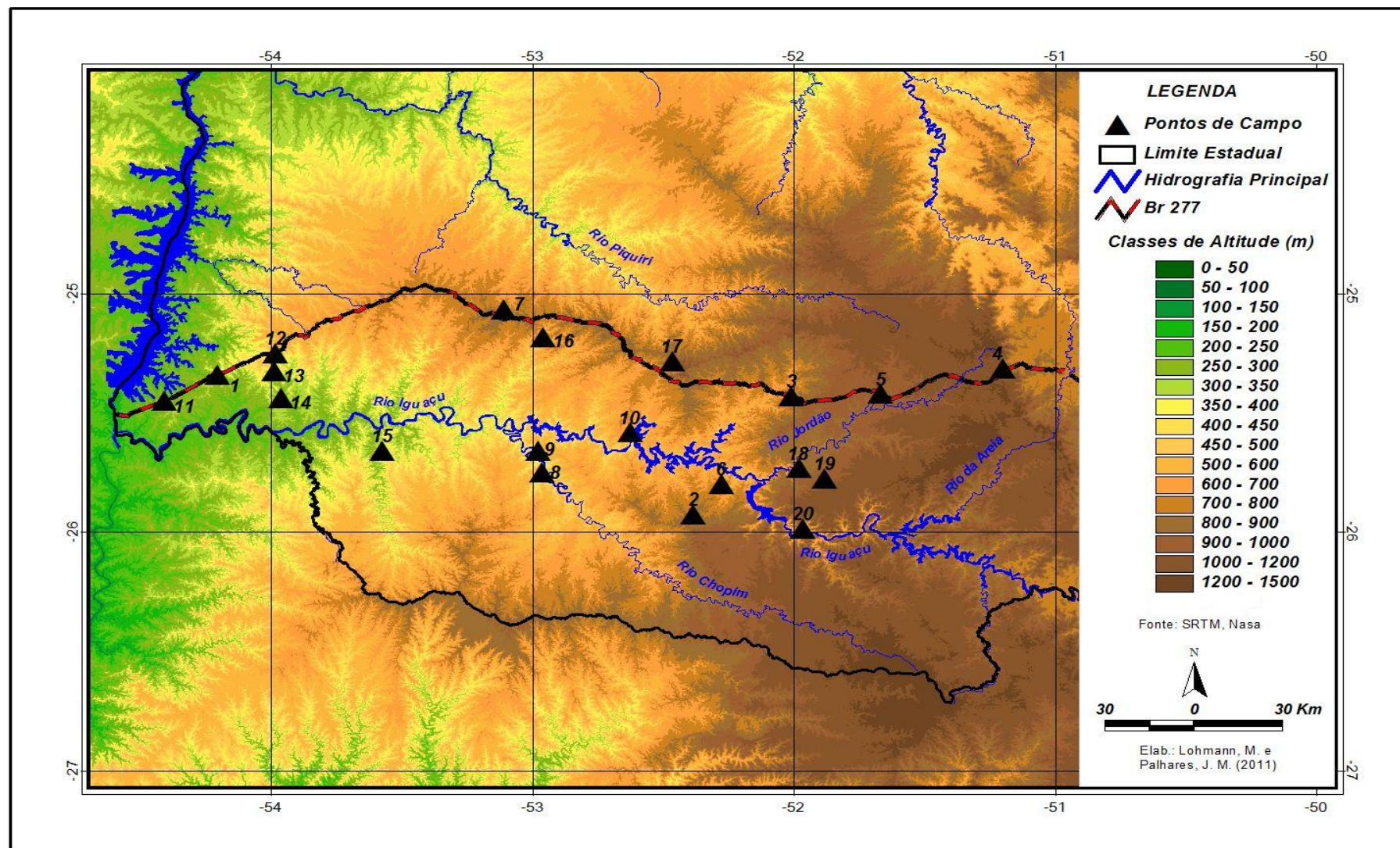


Figura 29 – Pontos eleitos durante os três trabalhos de campo.  
 Fonte: Elaborado pelo Autor

## 5.2 PRIMEIRA PESQUISA DE CAMPO

Nesta seção descrevem-se e analisam-se dados amostrais da primeira pesquisa de campo realizada no período de 17 a 24 de agosto de 2008. Nesta viagem percorreram-se dois mil e trezentos e vinte quilômetros.

### 5.2.1 Ponto 01

A foto da prancha 01 ilustra uma pedreira basáltica na encosta da Serra do Mico no município de São Miguel do Iguaçu. Observa-se afloramento de basalto básico e platô residual de algumas camadas de derrames vulcânicos. Esta é uma variedade peculiar encontrada na seção completa de derrames de ferro-basalto, encontrado na região sul do Brasil, exceto na zona vesicular de topo. Este tipo de basalto é muito explorado por mineradoras da região com vistas na utilização de calçamento de ruas e de estradas rurais e, principalmente, pela construção civil para concretagem.

Conforme o AGEP (2006), esta área encontra-se no planalto de Foz do Iguaçu, no terceiro planalto paranaense. O relevo apresenta média de 420 metros com altitudes variando entre 120 (mínima) e 540 (máxima) metros sobre o nível médio do mar (m.s.n.m.m.). As formas predominantes são topos aplanados, vertentes convexas e vales em V aberto, modulados em rochas da formação Serra Geral.





Foto A

Prancha 01 – Pedreira basáltica no município de São Miguel do Iguaçu  
Foto obtida a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude:  
25° 20' 24" S e longitude: 54° 12' 19" W com altitude de 365 m.  
Foto do autor: 18/08/2008.

### 5.2.2 Ponto 02

A foto da prancha 02 ilustra superfície aplanada no distrito de Passa Quatro no, município de Coronel Vivida.



Foto A

Prancha 02 – Superfície aplanada no Município de Coronel Vivida  
Foto obtida a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude:  
25°54'58"S e longitude: 52°26'08"W com altitude de 824 m.  
Foto do autor: 21/08/2008.

### 5.2.3 Ponto 03

As fotos A e B da prancha 03 ilustram uma paisagem que se localiza no quilômetro 406 da BR 277 no município de Candói. Esse tipo de paisagem basáltica indica processos de inflação que podem produzir anticlinais e domos no topo de derrames, enquanto a retração ou o esgotamento da lava contida em tubos podem produzir afundamentos na forma de sinclinais e bacias. Dobras e arqueamentos são abundantes nos derrames de basalto hipovítreo na região de Guarapuava, com exposições notáveis no município de Candói.

Essa área é constituída por basalto colunar com diaclasamento vertical. Na foto B observa-se que está ocorrendo à abertura de um futuro vale, através do intemperismo químico que se altera e são erodidos em velocidades diferentes conforme as diferenças de relevo e de composição litológica. A resistência ao intemperismo depende da composição mineral e da textura da rocha, podendo desenvolver o manto de intemperismo e a degradação tanto no sentido vertical a exemplo do citado como em planos horizontais.



Foto A



Foto B

Prancha 03 – Fotos obtidas a partir de pontos situados nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 25' 58" S e Longitude: 52°00'57" W com altitude de 809 m.  
Fotos do autor: 20/08/2008

#### 5.2.4 Ponto 04

Nas fotos A e B da prancha 04 observam-se na Escarpa da Esperança no contato entre o segundo e terceiro planaltos, Arenito Botucatu de origem eólica, apresentando estratificação cruzada. Sobre o pedestal areno-argiloso da escarpa mesozóica, constituída ainda em toda a extensão pelos horizontes alternadamente coloridos das formações Esperança e Poço Preto, do grupo Rio do Rasto, começam os depósitos eólicos do deserto mesozóico, os arenitos São Bento inferior ou Botucatu, com paredes íngremes protegidas pelos derrames de rochas básicas.

Nas fotos C e D da prancha 04 observa-se um morro testemunho em frente da Escarpa Mesozóica da Serra da Boa Esperança – o morro Morungava – formado por horizontes do grupo Rio do Rasto na base e por arenito Botucatu com uma capa de derrames de Trapp no topo.

Este ponto está localizado nas proximidades da BR 277, no quilômetro 307, no limite dos municípios de Prudentópolis e Guarapuava. De acordo com o AGEF (2006), esta área localiza-se na transição do Planalto Pitanga/Ivaiporã com os Planaltos Residuais da Formação Serra Geral. O Planalto de Pitanga/Ivaiporã está localizado no Terceiro Planalto Paranaense, apresentando dissecação média. Em relação ao relevo, apresenta média de 980 metros de altitude, variando entre 320 (mínima) e 1300 (máxima) m.s.n.m.m. As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em V, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.





Foto A



Foto B

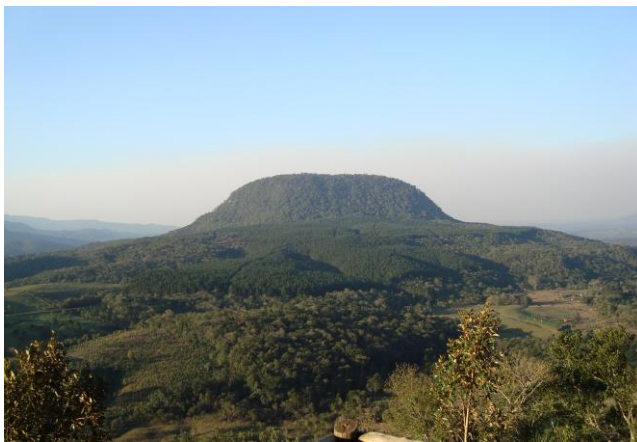


Foto C



Foto D

Prancha 04 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de Latitude: 25° 18' 56" S e longitude: 51° 11' 58" W com altitude de 956m.  
Fotos do autor: 20/08/2008

### 5.2.5 Ponto 05

As fotos A e B da prancha 05 caracterizam uma pedreira desativada nas proximidades da BR 277 no Km 367, no município de Goioxim.

De acordo com o AGEF (2006), essa área encontra-se inserida no Planalto de Palmas/Guarapuava que possui como principais características baixa dissecação com topos aplanados e vertentes retilíneas e convexas. Observa-se formação basáltica com fratura subconchoidal em basalto hipovítreo.





Foto A



Foto B

Prancha 05 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de Latitude: 25° 25' 19" S e longitude: 51° 40' 05" W com altitude de 994m.  
Fotos do autor: 21/08/2008

### 5.2.6 Ponto 06

As fotos A e B da prancha 06 ilustram paredões com derrames tabulares de basalto maciço, com camadas inclinadas nas proximidades da rodovia BR 373, quilômetro 438, próximo do vale do Rio Iguaçu, inserida no planalto de Palmas/Guarapuava. Nos derrames tabulares, as juntas colunares são predominantemente verticais e subverticais, porque se desenvolvem perpendicularmente às bordas do derrame.



Foto A



Foto B

Prancha 06 – fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 47' 56" S e longitude: 52° 16' 40" W com altitude 740m.  
Fotos do autor: 21/08/2008

### 5.2.7 Ponto 07

As fotos A, B, C e D da prancha 07 indicam uma pedreira em franca exploração no município de Francisco Beltrão. Observa-se diaclasamento curvilíneo nos basaltos. Manto de intemperismo bem espesso evidenciando solo de terra vermelha de dois a três metros (foto A). Essa região apresenta dissecação média. O relevo apresenta média de 520 metros com altitudes variando entre 340 (mínima) e 860 (máxima) m.s.n.m.m. As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em V aberto, modeladas em rochas da formação Serra Geral.



Foto A



Foto B



Foto C



Foto D

Prancha 07 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 26° 03' 58" S e longitude: 53° 06' 41" W com altitude de 725m.  
Fotos do autor: 22/08/2008.

### 5.3 SEGUNDA PESQUISA DE CAMPO

Nesta seção descrevem-se e analisam-se dados amostrais da segunda pesquisa de campo realizada no período de 21 a 25 de abril de 2010. A quilometragem percorrida nesta viagem foi de 1622 km.

#### 5.3.1 Ponto 08

As fotos A, B e C da prancha 08 indicam um vale encaixado represado pelas águas do lago da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias no município de Capitão Leônidas Marques. Nesta área as superfícies de aplanamento estão dispostas em direção à calha do Rio Iguaçu que possui o nível de base. Isso evidencia nesta região que a origem destas superfícies é morfoescultural.

A foto D ilustra um barranco com formação basáltica, rocha predominante na área. Conforme AGEF (2006) esta região localiza-se no planalto do baixo Iguaçu apresentando dissecação alta. O relevo exibe média de 580 metros com altitudes variando entre 220 (mínima) e 800 (máxima) m.s.n.m.m. As formas predominantes são topos alongados e em cristas, vertentes retilíneas e vales em V encaixados. A direção geral da morfologia é NNE/SSW modelados em rochas da formação Serra Geral.





Foto A



Foto B



Foto C



Foto D

Prancha 08 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude:  $25^{\circ} 44' 59''$  S e longitude:  $52^{\circ} 57' 58''$  W com altitude de 330m.  
Fotos do autor: 21/04/2010

### 5.3.2 Ponto 09

As fotos A e B da prancha 09 ilustram superfícies aplanadas na cota de 700 metros de altitude. Esta se localiza no município de Espigão Alto do Iguaçu e possui declividade entre 4% e 12%. Na linha do horizonte observam-se superfícies aplanadas em níveis mais elevados. Essa região faz parte do planalto Alto/Médio Piquiri. Possui dissecação média expondo formas predominantemente com topos alongados e isolados com vertentes convexas e convexo-côncavas e vales em V aberto.



Foto A



Foto B

Prancha 09 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 39' 32" S e longitude: 52° 58' 52" W com altitude de 715m.

Fotos do autor: 22/04/10

### 5.3.3 Ponto 10

As fotos A, B, C e D da prancha 10 evidenciam patamares de superfícies aplanadas nas proximidades da cidade de Marquinho. Essa região insere-se no planalto do Alto/Médio Piquiri exibindo dissecação média. Em relação ao relevo apresenta média de 940 metros com altitude variando entre 280 (mínima) e 1.220 (máxima) m.s.n.m.m. Esses pontos exibem formas predominantes com topos alongados e isolados, com vertentes convexas e convexo-côncavas e vales em V aberto, modeladas em rochas da formação Serra Geral (AGEP, 2006).



Foto A



Foto B



Foto C



Foto D

Prancha 10 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 34' 59" S e longitude: 52° 37' 40" W com altitude de 810m.  
Fotos do autor: 22/04/2010.



## 5.4 TERCEIRA PESQUISA DE CAMPO

Nesta seção descrevem-se e analisam-se dados amostrais da terceira pesquisa de campo realizada no período de outubro/novembro de 2010. Faz-se também interpretação teórica e inferências pertinentes ao objeto de estudo desta Tese.

### 5.4.1 Ponto 11

Este ponto está localizado no planalto de Foz do Iguaçu no município de Santa Terezinha de Itaipu, essa subunidade morfoescultural apresenta dissecação baixa. Em relação ao relevo, exibe média de 240 metros, com altitudes variando entre 240 (mínima) e 480 (máxima) m.s.n.m.m. As formas predominantes são topos aplanados, vertentes convexas e vales em V aberto, modeladas em rochas da formação Serra Geral. Observam-se na prancha 11 fotos ilustrativas A e B que os vales deste ponto são côncavos, amplos, com algumas incisões da drenagem local, encaixadas em linhas estruturais, possivelmente apresentando vales estreitos em V (áreas possivelmente de paleovossorocas). Pode-se inferir e corroborar, a partir dessa descrição, os apontamentos dessa superfície aplanada indicados no AGEP (2006).



Foto A



Foto B

Prancha 11 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de Latitude: 25° 46' 45" S e longitude: 54° 40' 23" W com altitude de 303m.  
Fotos do autor: 31/10/2010



### 5.4.2 Ponto 12

As fotos A, B, C e D da prancha 12 indicam superfícies aplanadas nas proximidades da BR 277 no quilômetro 656 no município de Matelândia. Esta área é caracterizada por formações superficiais de relevos e ombreiras nas cotas de 500 metros de altitude. Essa região é também marcada pela transição do Planalto de Foz do Iguaçu com o Planalto do São Francisco AGEF (2006).



Foto A



Foto B



Foto C



Foto D

Prancha 12 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 26' 27" S e longitude: 54° 04' 58" W com altitude de 458 m.  
Fotos do autor: 31/10/2010

### 5.4.3 Ponto 13

Neste ponto pode-se inferir e constatar que, de fato, a morfologia descrita pela Carta do AGEF (2006) confere com a formação de vale em V que se desenvolveu da última superfície pedimentar com incisões em forma de paleovoçorocas bastante encaixadas (embutidas) no último seguimento da vertente, cuja linha de talvegue é marcada com vale em V com ocorrência de mata galeria atualmente circundada por pastagem. Isso demonstra uma evidência da dissecação do relevo a partir do último ciclo climático, isto é, o ciclo climático vigente. Essa evidência corrobora e comprova a tese proposta por Bigarella, Mousinho e Silva (1965); Bigarella e Passos (1996) e Bigarella *et al.* (2003). Estas evidências constatadas em campo apontam para a contribuição da formação escultural conforme fotos da prancha 13.



Foto A



Foto B



Foto C



Foto D

Prancha 13 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 19' 32" S e longitude: 53° 59' 23" W com altitude de 725 m.  
Fotos do autor: 01/11/2010

#### 5.4.4 Ponto 14

Neste ponto pôde-se observar uma rampa embutida de pedimentos. Ainda neste local constatou-se tanto a formação estrutural quanto a escultural. As rampas nos seguimentos mais aplanados possuem 5% de declividade e nos seguimentos de transição para as rampas de nível superior apresentam médias de 10% a 22% de declividade. Observou-se também na parte mais alta do relevo (730 metros) testemunho residual da superfície aplanada de Santa Tereza do Oeste. Visualiza-se formação estrutural com vale encaixado. Na perspectiva macro em escala 1:250.000 fica mais evidente uma compartimentação estrutural. Na compartimentação do AGEF (2006) ficou evidente a visão escultural em decorrência da visão estrutural. Visualizam-se na prancha 14 ilustrações deste modelado.



Foto A



Foto B

Prancha 14 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 26' 27" S e longitude: 53° 57' 51" W com altitude de 583m.  
Fotos do autor: 01/11/2010

#### 5.4.5 Ponto 15

As fotos A e B da prancha 15 indicam dois pontos localizados no município de Três Barras do Paraná no vale do Rio Tormenta, afluente da margem direita do Rio Iguaçu.

Como já foi mencionado na prancha 08, esta região também possui terrenos com declividade em direção a calha do Rio Iguaçu que serve como nível de base



para essas formações esculturais. Isto evidencia e comprova que estas superfícies aplanadas são resultados de processos morfoesculturais.

Essa área exibe a presença de dissecação intensa, vertentes curtas e vales em V, blocos nas encostas de residuais de superfícies aplanadas.



Foto A



Foto B

Prancha 15 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 39' 38" S e longitude: 53° 34' 29" W com altitude de 365m.  
Fotos do autor: 01/11/2010

#### 5.4.6 Ponto 16

As fotos A, B, C e D da prancha 16 indicam restos de superfícies aplanadas com alto grau de dissecação. A área localiza-se entre a BR 277e a cidade de Diamante do Sul. Este modelado está contido no Planalto do Alto/Médio Piquiri. Neste ponto observa-se que o relevo apresenta alta dissecação com vales profundos encaixados. Foi observado também relevo escalonado em quatro patamares. Quanto ao uso do solo a área é de pecuária extensiva. Salienta-se que o uso do solo não é o objeto principal desta Tese. Assim, recomenda-se, para futuras pesquisas, trabalhos que estudem em profundidade o uso e ocupação do solo.



Foto A



Foto B



Foto C



Foto D

Prancha 16 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 10' 58" S e longitude: 52° 57' 37" W com altitude de 864m.  
Fotos do autor: 01/11/2010

#### 5.4.7 Ponto 17

As fotos A e B da prancha 17 localizam-se a 30 km da BR 277 no município de Marquinho. Este ponto é formado pelo conjunto de superfície de aplanamento embutida sob controle estrutural evidenciado pela queda d'água (cachoeira foto B). Na paisagem observaram-se também dois degraus externos e outros embutidos. Pôde-se também observar níveis de base local. Este ponto evidencia e comprova que a formação estrutural também contribuiu para a formação e desenvolvimento das superfícies de aplanamento.

Este modelado apresenta vale de fundo amplo e área de fundo ampla em V aberto nas encostas com cursos primários e secundários. Sua dissecação é de média para alta. Observaram-se também vales verticais mais estreitos no limite das encostas de planalto evidenciando a formação da Bacia do Paraná.



Prancha 17 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 17' 08" S e longitude: 52° 27' 59" W com altitude de 846m.  
Fotos do autor: 02/11/2010

#### 5.4.8 Ponto 18

As fotos A, B, C e D da prancha 18 indicam vista panorâmica no limite dos planaltos do médio Piquiri/Palmas e de Guarapuava. O ponto possui visão panorâmica ampla da superfície aplanada no setor do alto rio Cavernoso apresentando amplo desenvolvimento no sentido longitudinal transversal da bacia deste rio. Estes modelados localizam-se na fazenda Santa Rita no município de Candói e possui inclinação sentido longitudinal Leste-Oeste e transversal convergente para o centro da bacia, atualmente entalhada pelo vale do referido rio. No sentido transversal inclinação Norte para Sul na margem direita e inclinação de Sul para Norte na margem esquerda.





Foto A



Foto B



Foto C



Foto D

Prancha 18 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 43' 57" S e longitude: 51° 58' 56" W com altitude de 890m.  
Fotos do autor: 02/11/2010

#### 5.4.9 Ponto 19

As fotos A, B, C e D da prancha 19 indicam áreas do Planalto de Guarapuava com espaços mais preservados. Observa-se a ocorrência de superfícies aplanadas nas cotas acima de 1000 metros de altitude. Observam-se também superfícies em direção à sua área fonte Core. Para o AGEP (2006), essa área classifica-se como Planalto do Foz do Areia/Ribeirão Claro apresentando dissecação alta. O relevo expõe média de 940 metros com variações entre 400 (mínima) e 1340 (máxima) m.s.n.m.m. As formas predominantes são topos alongados, vertentes retilíneas e côncavas e, ainda vales em degraus. A direção geral da morfologia é NW/SE,

modelada em rochas da formação Serra Geral. Ao fundo observa-se o Rio Jordão (foto B).



Foto A



Foto B



Foto C



Foto D

Prancha 19 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 46' 31"S e longitude: 51° 52' 59"W com altitude de 1.058m.  
Fotos do autor: 03/11/2010

#### 5.4.10 Ponto 20

As fotos A e B da prancha 20 indicam área próxima à cidade de Pinhão. Observa-se neste ponto paredes de basalto com estrutura de cisalhamento horizontal aparentando estrutura interna visível de acabamento exatamente no plano de cisalhamento alternando camadas cinza com camadas esbranquiçadas. O corte de barranco evidencia composição de elementos minerais de coloração mosqueada a vermelho, caracterizando a presença de óxido de ferro.



O topo da sequência vulcânica Serra Geral, na área de estudo, é composto por extensa e homogênea cobertura de riodacito porfirítico, com afloramento isolados de andesito, riolito e brecha de fluxo. Na maior parte dos afloramentos, o riodacito é cinza claro esverdeado quando inalterado e pardo avermelhado quando oxidado, porfirítico com matriz fanerítica fina e hemivítrea.



Foto A



Foto B

Prancha 20 – Fotos obtidas a partir do ponto situado nas coordenadas geográficas de latitude: 25° 59' 13" S e longitude: 51° 57' 59" W com altitude de 1.054m.  
Fotos do autor: 03/11/2010

## 5.5 MAPAS ALTIMÉTRICOS

Nesta seção descrevem-se e analisam-se as altitudes das Cartas 25-525 (SG-22-V-D), 25-54 (SG-22-V-C) e 25-555 (SG-21-X-D).

### 5.5.1 Altitudes

Nas Figuras 30, 31 e 32 podem-se visualizar as altitudes do transecto Guarapuava - Foz do Iguaçu objeto de estudo desta Tese.

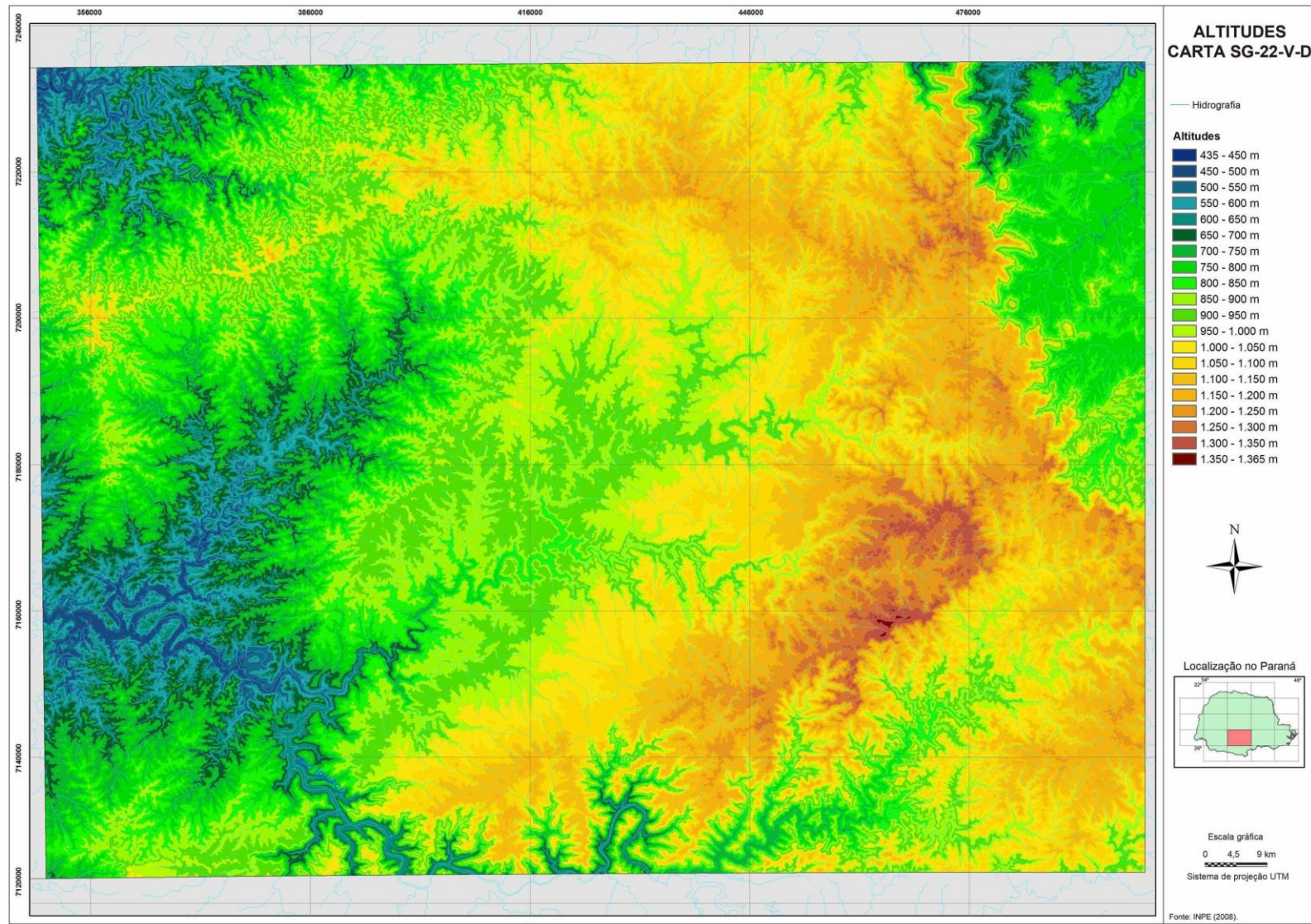


Figura 30 – Altimetria da Carta SG-22-V-D.  
Fonte: SRTM-NASA, INPE (2008).

A folha Guarapuava encontra-se entre as coordenadas geográficas de latitudes 25°00' e 26°00' sul e longitudes 51° 00' e 52° 30' oeste, localizada no centro-sul do Estado do Paraná.

Unidade morfoestrutural: bacia sedimentar do Paraná.

Unidades morfoesculturais: segundo e terceiro planaltos paranaenses.

A Carta SG-22-V-D indica que as maiores altitudes de todo o transecto da área da pesquisa estão nela contida. Observa-se o predomínio das cotas altimétricas entre 700 e 1200 metros de altitude. As cotas abaixo de 600 metros aparecem somente nas proximidades dos vales fluviais. A área mais elevada da Carta com relevos acima de 1300 metros de altitudes encontram-se no município de Inácio Martins. Observa-se nesta carta que os principais cursos d'água são tributários do Rio Iguaçu. Somente na porção norte e nordeste da carta os rios correm em direção à bacia do Rio Piquiri. Na porção nordeste da carta visualiza-se o limite entre os segundo e terceiro planaltos. Contato geológico entre o Paleozóico e o Mesozóico.

Durante os trabalhos de campo foram observados e fotografados vários pontos na área dessa carta. Nesta região aparecem superfícies aplanadas acima de 800 metros de altitude, possivelmente denominadas Pd3. Quanto à gênese essas superfícies são de origem morfoestrutural, sugerindo fatores tectônicos que foram prioritários no desenvolvimento das superfícies aplanadas.



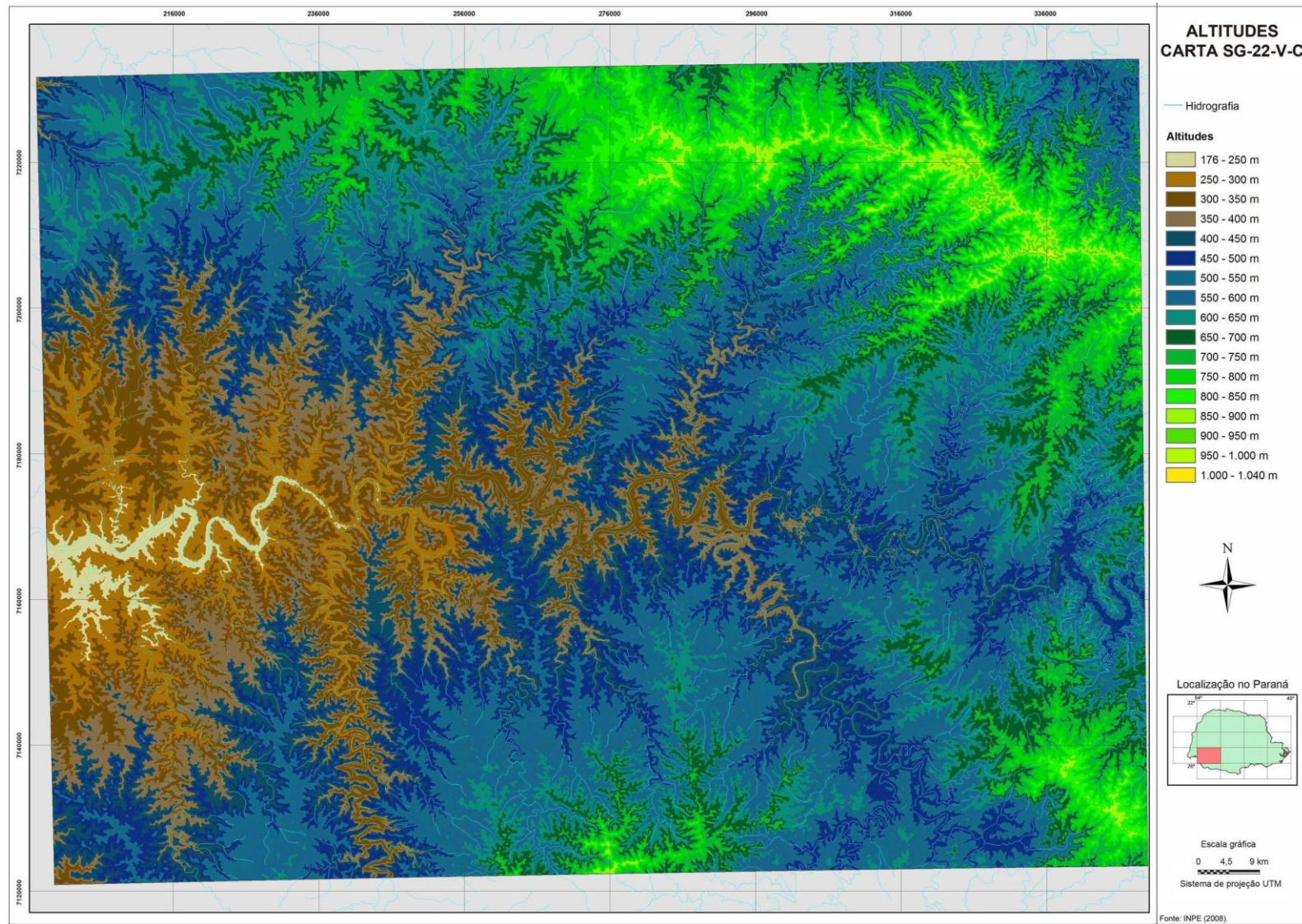


Figura 31 – Altimetria da Carta SG-22-V-C.  
Fonte: SRTM-NASA, INPE (2008)

Visualiza-se na Carta SG-22-V-C predomínio do relevo em cotas que variam de 400 a 650 metros. Nas proximidades do rio Iguaçu e seus afluentes as cotas altimétricas oscilam entre 200 e 400 metros. Observam-se ainda nesta Carta que a porção mais elevada do modelado é a do principal divisor de águas das bacias dos rios Piquiri e Iguaçu. Neste divisor de águas foi construída a BR 277, principal ligação rodoviária no sentido Leste-Oeste. É evidente e observável que a declividade reduz no sentido Leste-Oeste e também no sentido Norte-Sul tendo como nível de base o rio Iguaçu. Por outro lado no sentido Sul-Norte a declividade tem como nível de base o rio Piquiri.

O terreno desta carta apresenta alta amplitude de altitude em decorrência principalmente de importantes cursos d'água afluentes do Rio Iguaçu, tanto da margem esquerda como da margem direita, apresentando terrenos íngremes com bastante variação de altitude.

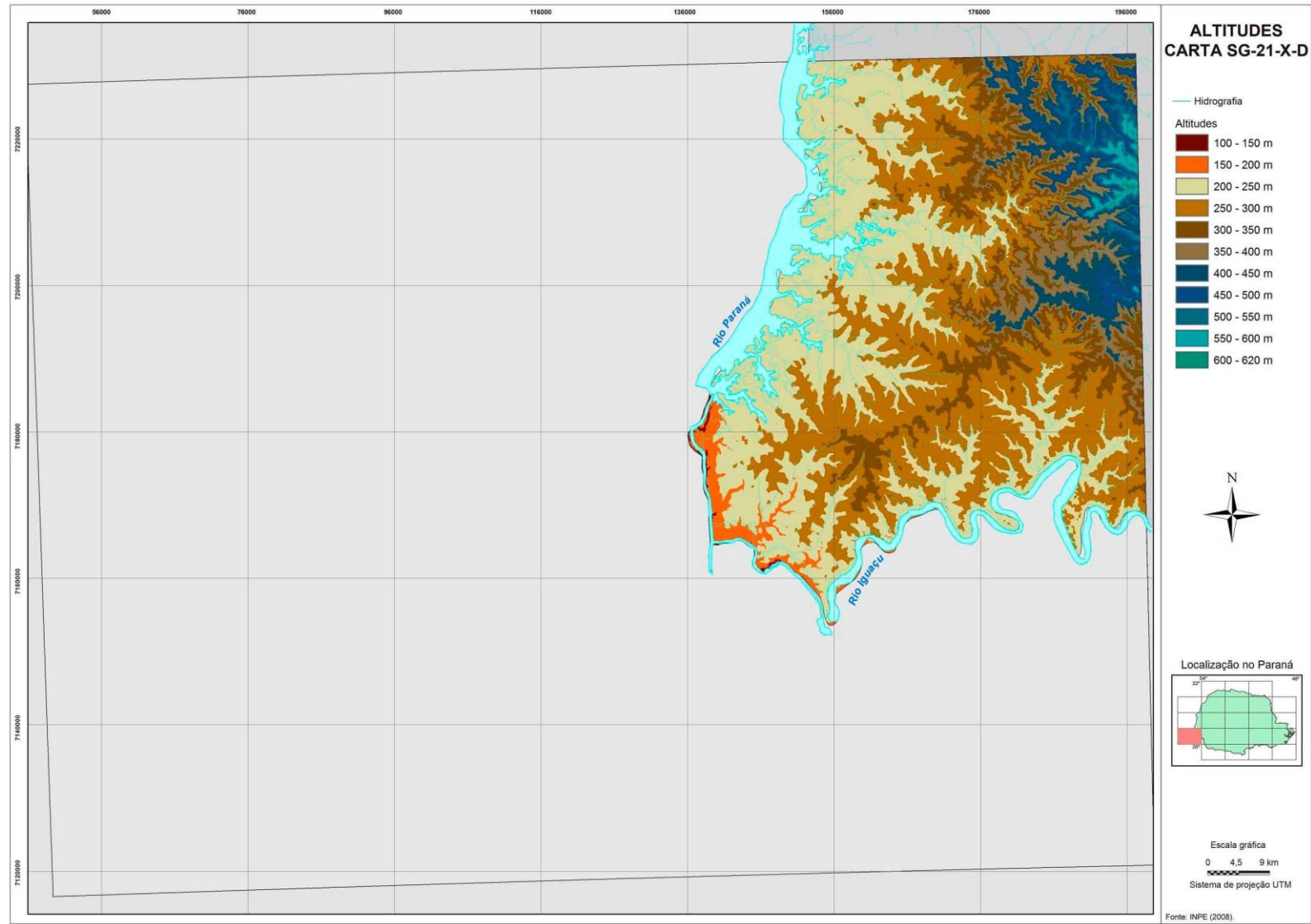


Figura 32 – Altimetria da Carta SG-21-X-D.  
Fonte: SRTM-NASA, INPE (2008)

A Carta SG-21-X-D ilustra a confluência dos dois mais importantes rios da região (Iguaçu e Paraná). Observa-se que esta região possui cotas altimétricas com as menores altitudes de todo o transecto. As cotas altimétricas predominantes variam de 100 a 450 metros no planalto de Foz do Iguaçu, enquanto que no planalto do São Francisco as altitudes ultrapassam 650 metros. A rodovia BR 277, ligando Foz do Iguaçu-Cascavel foi construída na porção mais alta do terreno, no divisor de águas dos rios Paraná e Iguaçu. Observando e analisando as três cartas de altitude pode-se concluir que o planalto de Guarapuava é constituído em forma de escadaria, com terreno declinando na direção leste-oeste.

Nos limites dos municípios de Medianeira e Matelândia, o terreno é bastante íngreme, apresentando um desnível acentuado na escarpa do planalto. Limite do Planalto de Foz do Iguaçu com o Planalto do São Francisco.

### **5.5.2 Curvaturas**

Nas Figuras 33, 34 e 35 são descritas e analisadas as formas de curvaturas do transecto objeto de estudo desta Tese.



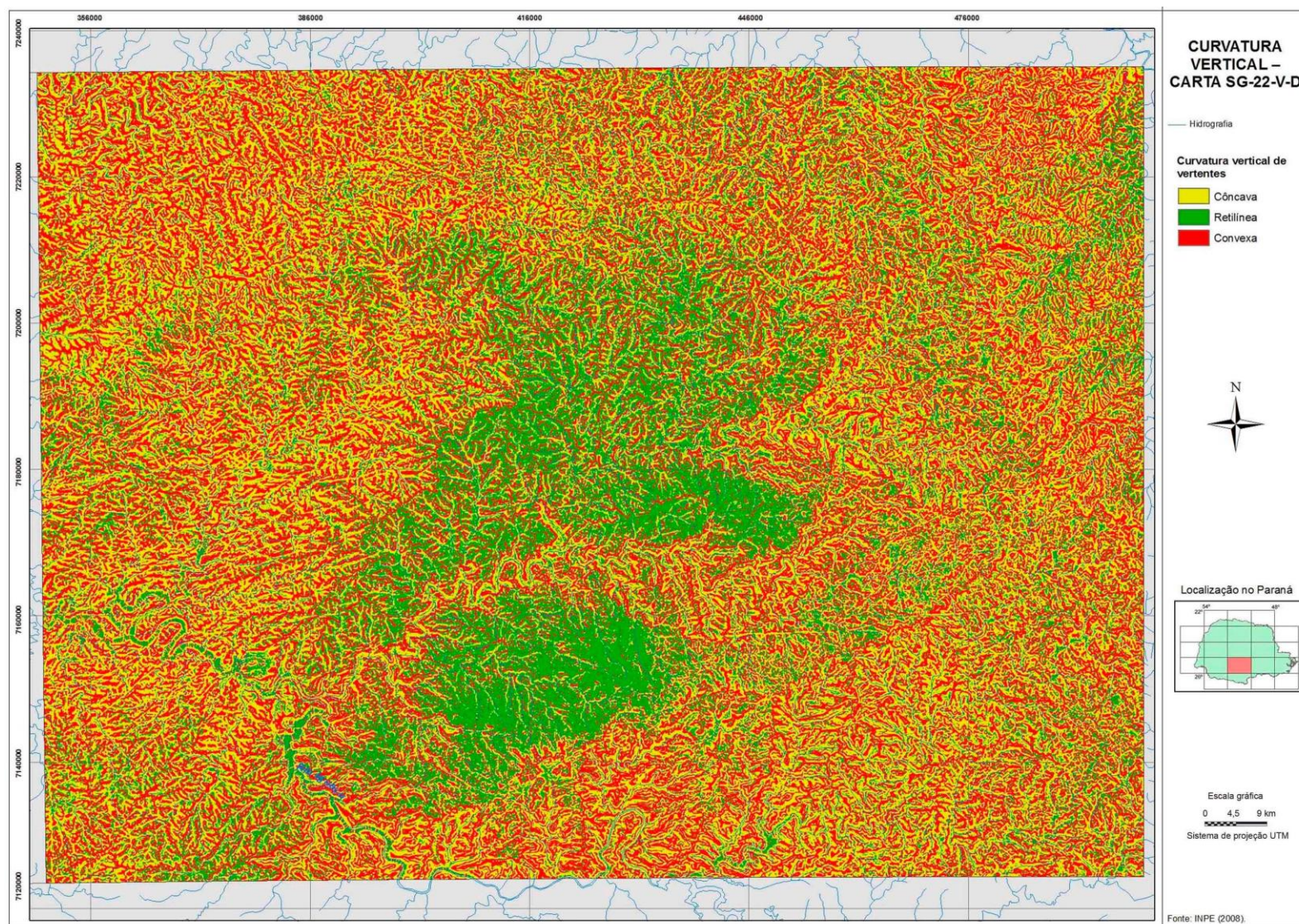


Figura 33 – Curvatura Vertical da carta SG-22-V-D.  
Fonte: SRTM-NASA, INPE (2008)



Observa-se que na Carta SG-22-V-D ocorre o predomínio de vertente côncava-convergente e convexa-convergente. Esta carta representa o leste da área da pesquisa, região que compreende os limites entre os 2º e 3º Planaltos. Como já foi mencionado anteriormente, essa região exhibe terrenos elevados, alcançando 1400 metros de altitude.

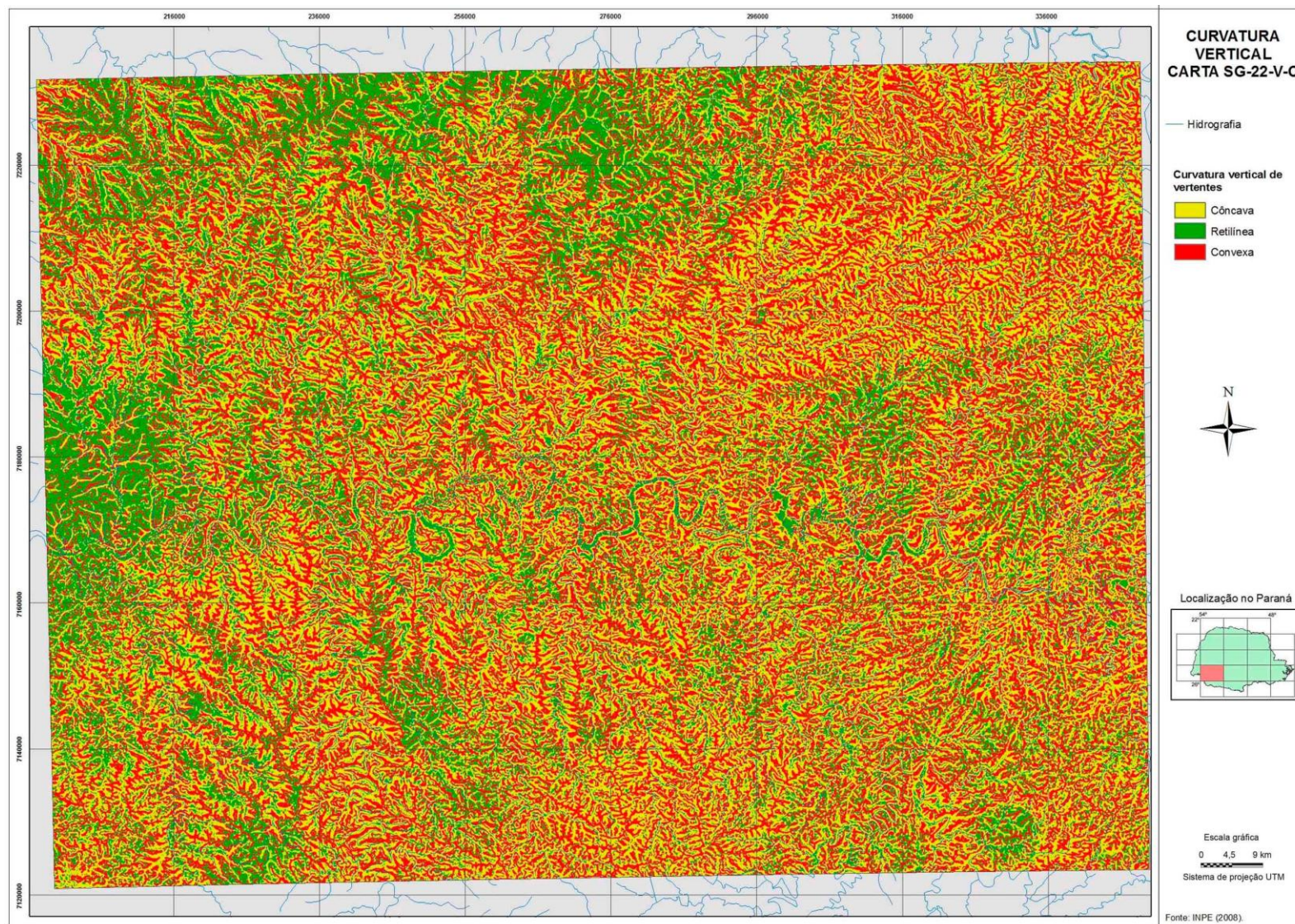


Figura 34 – Curvatura Vertical da Carta SG-22-V-C.  
Fonte: SRTM-NASA, INPE (2008)

Na Carta SG-22-V-C observa-se a predominância das vertentes côncava-convergente e convexa-convergente. Esta carta representa a região que é cortada pela BR 277 no trecho que vai de Cascavel a Laranjeiras do Sul, também as principais cabeceiras de drenagem dos principais rios tributários do Rio Iguaçu e também os afluentes do Rio Piquiri. As vertentes retilíneas aparecem principalmente nas proximidades e vales dos rios.



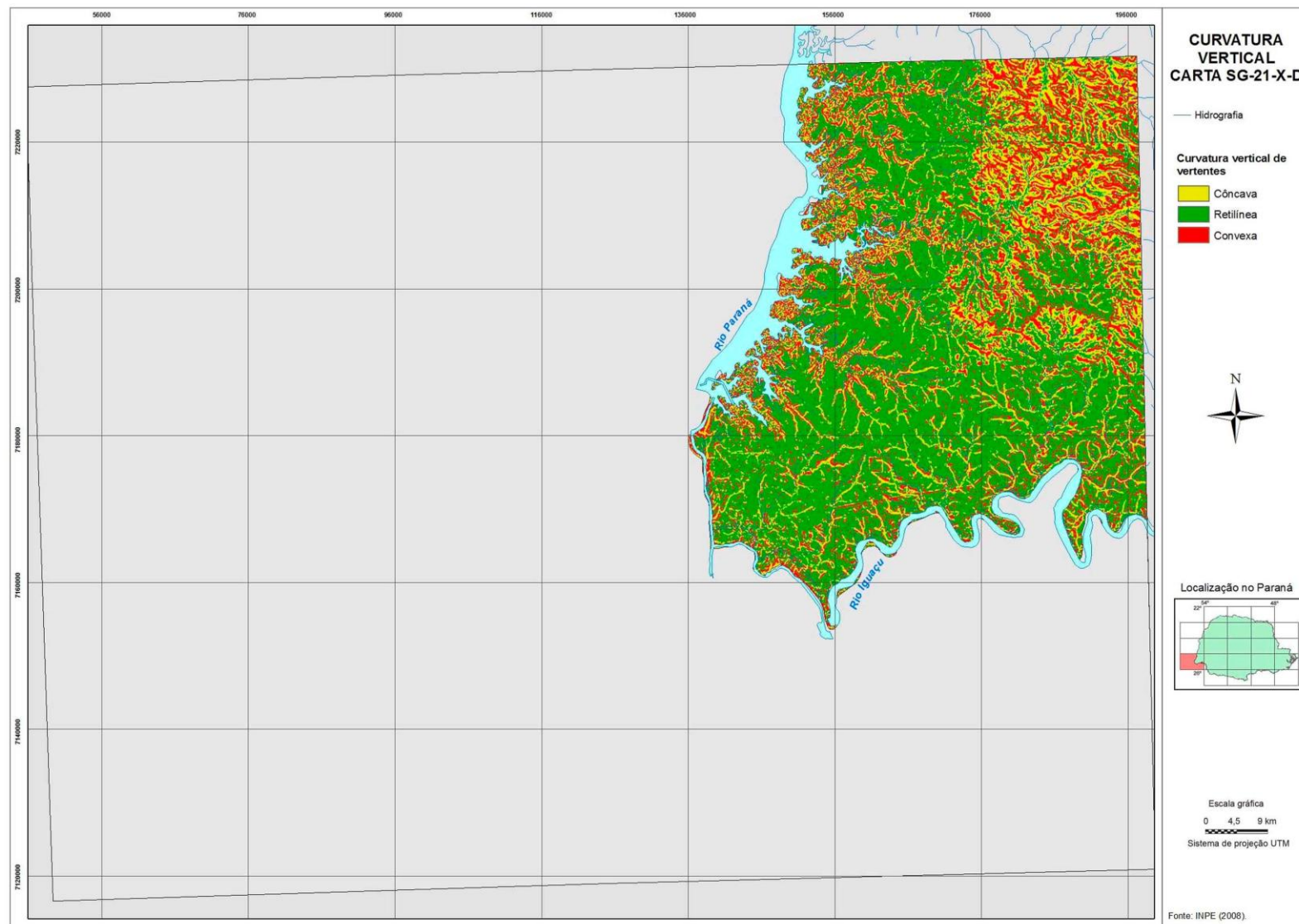


Figura 35 – Curvatura Vertical da Carta SG-21-X-D.  
Fonte: SRTM-NASA, INPE (2008)

Na Carta SG-21-X-D indica que no planalto de Foz do Iguaçu, em decorrência do terreno ser plano e pouco ondulado, predominam as vertentes retilíneas-convergentes. Enquanto no planalto do São Francisco, representado na mesma carta, aparecem as altitudes mais elevadas predominando as vertentes côncava-convergente e divergente. Das três cartas descritas e analisadas, essa é a que apresenta o maior coeficiente de declividade, 47,7 por cento, na faixa de 3 a 8 por cento de declividade exibindo terrenos planos e pouco ondulados, com formação de superfícies aplanadas denominadas como Pd3.

### **5.5.3 Declividade**

As Figuras 36, 37 e 38 ilustram as formas de declividades do transecto Guarapuava – Foz do Iguaçu objeto de estudo desta Tese.

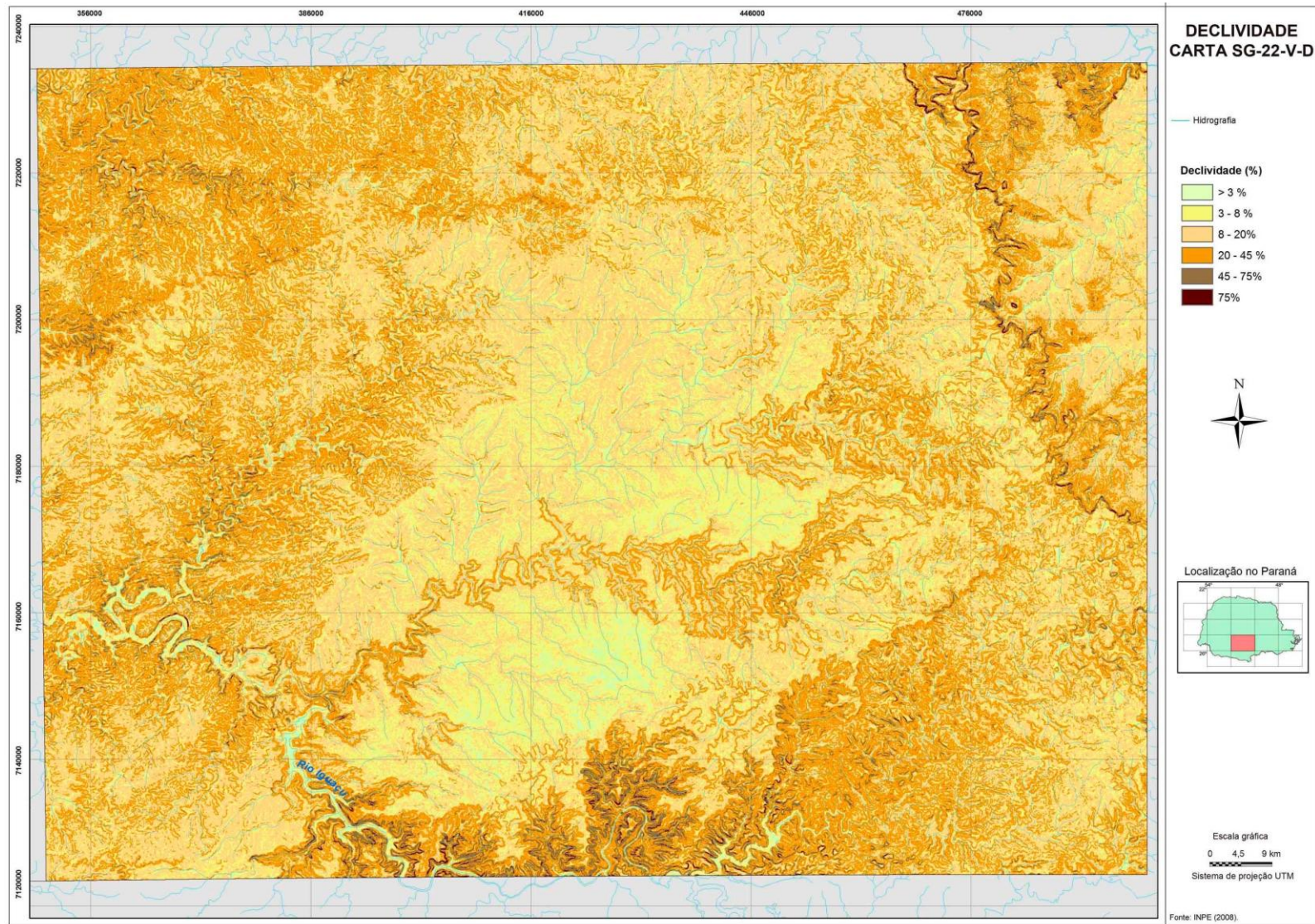


Figura 36 – Declividade da Carta SG-22-V-D.  
Fonte: SRTM-NASA, INPE (2008).

Observa-se que na Carta SG-22-V-D que a declividade é praticamente predominante nos índices entre 8% a 45%. Como indicado anteriormente esta é a região mais elevada e íngreme da área da pesquisa. Visualiza-se que no limite entre o segundo e o terceiro planaltos na região da Escarpa da Esperança a declividade é bastante acentuada. As áreas mais íngremes acidentadas devem ser conservadas principalmente com cobertura vegetal evitando, assim, deslizamento de encostas com enormes perdas tanto do ponto de vista natural quanto do ponto de vista social e econômico.

Constata-se que a área de menor declividade encontra-se nas proximidades da cidade de Guarapuava, localizada no planalto homônimo.

De acordo com o (AGEP 2006), esta área exibe várias subunidades morfoesculturais. No Planalto de Palmas/Guarapuava nas proximidades dos municípios de Guarapuava, Pinhão e Cândói o relevo apresenta dissecação baixa com predominância de declividade de no máximo 6%, sendo que as altitudes variam entre 800 e 1300 metros. Esta área possui superfícies aplanadas caracterizando e evidenciando processos morfoestruturais (prancha 18). Observa-se também na região nordeste desta carta o limite entre os segundo e terceiro planaltos, com características geológicas e geomorfológicas diferentes. Nas proximidades do rio Iguaçu e seus tributários verifica-se que a declividade aumenta principalmente em decorrência do nível de base desses rios.



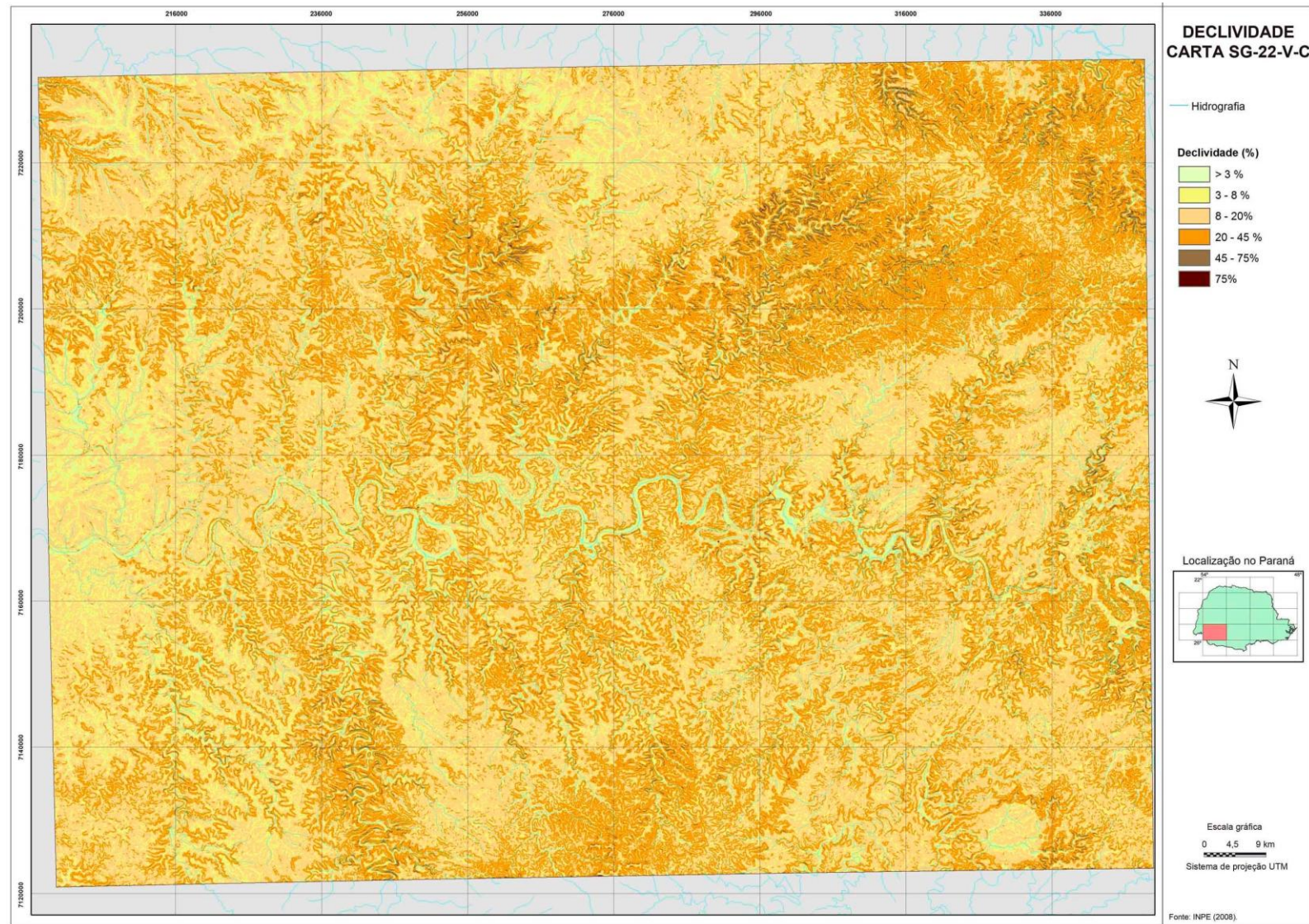


Figura 37 – Declividade da Carta SG-22-V-C.  
Fonte: SRTM-NASA, INPE (2008).



Na carta SG-22-V-C observa-se o Rio Iguaçu e seus principais afluentes. A declividade predominante está entre 8 e 45 por cento, sendo que as maiores encontram-se no Nordeste da carta. Durante os trabalhos de campo evidenciou-se e comprovou-se várias superfícies aplanadas nesta região conforme indicado nas pranchas 08 e 09, caracterizando origem morfoesculturais, declinando em direção à calha do Rio Iguaçu. Na porção oeste desta carta pode-se observar que as classes de declividades predominantes são menores de 30%. O relevo apresenta dissecação alta com predominância de topos alongados e em cristas (prancha 08).

Como já foi mencionado, nesse setor da área de estudo a declividade é acentuada em alguns locais, principalmente devido à calha, cabeceiras e vertentes de alguns dos mais importantes rios afluentes das margens esquerda e direita do Rio Iguaçu.

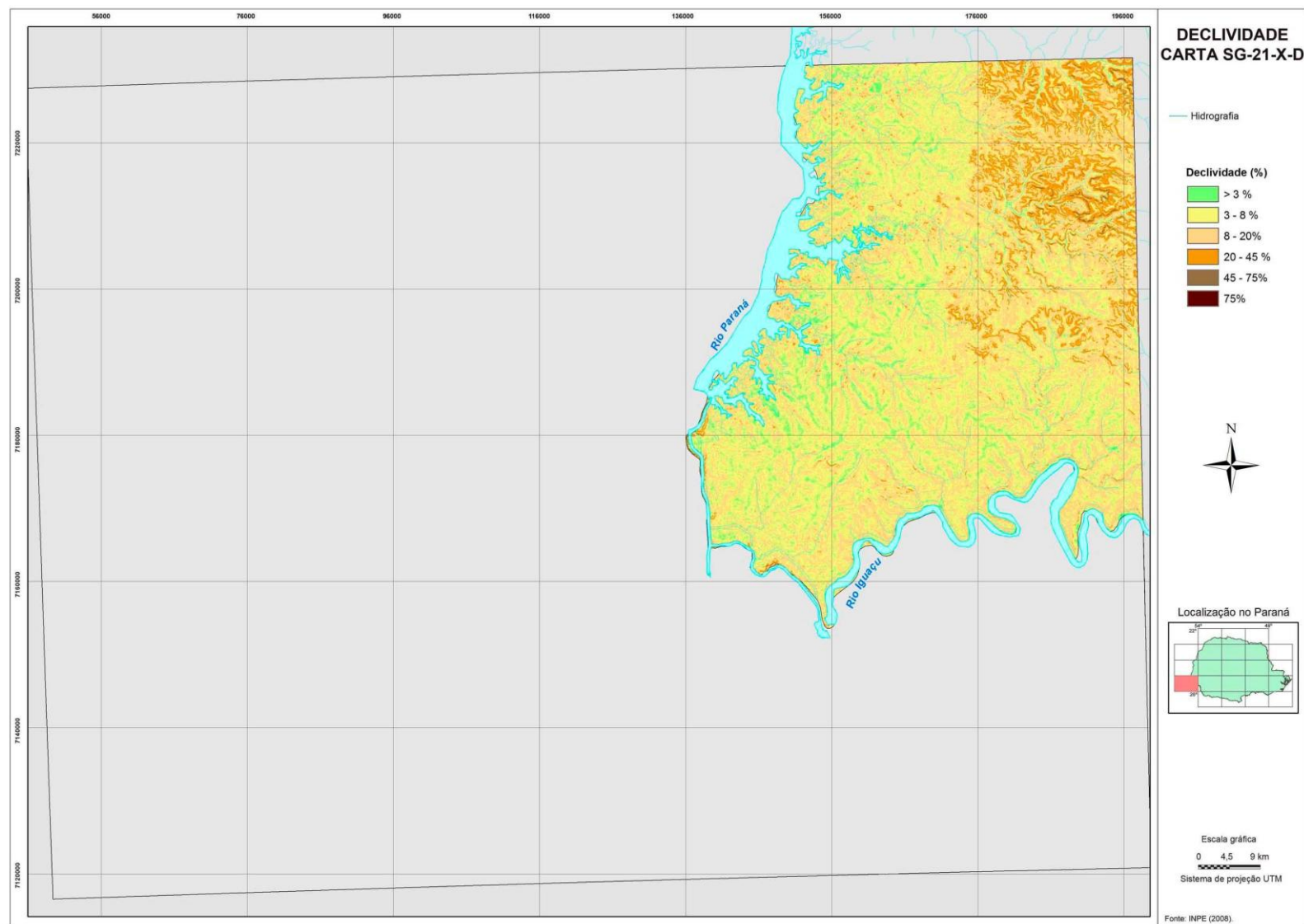


Figura 38 – Declividade da Carta SG-21-X-D.  
Fonte: SRTM-NASA, INPE (2008)

A carta SG-21-X-D ilustra que esta área é a de menor declividade de todo o transecto apresentando declividade que variam de 3 a 45 por cento. Com maior frequência entre 3 e 20 por cento. Observa-se a oeste da carta o Rio Paraná que desde Guaíra (PR) até Posadas (AR) corre em um vale encaixado formando um canyon. Na década de 1980 com a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu e com o enchimento do lago, formou-se um reservatório de 1.350 km<sup>2</sup>. Visualiza-se também que as áreas com maior declividade encontram-se no Nordeste da carta abrangendo os municípios de Medianeira, Matelândia, Ramilândia e outros, estando acima de 20% de declividade.

Em relação ao uso e ocupação do solo esta região é essencialmente agrícola com áreas mecanizadas e com criação de pecuária intensiva.

A carta apresenta predominância de declividade menor que 6%, com formas de topos aplanados, possuindo dissecação baixa. Foram observadas e identificadas algumas superfícies aplanadas nesta área de estudo conforme indicado nas pranchas 11 e 12.

## 5.5 INFERÊNCIAS BÁSICAS E CONCLUSIVAS DA PESQUISA DE CAMPO

Do ponto de vista geológico pode-se aduzir que na Era Mesozóica a área da pesquisa desta Tese recebeu diversas camadas de derrames vulcânicos principalmente no sentido Leste-Oeste conforme indicativos teóricos e empíricos analisados e descritos respectivamente nos capítulos 2 e 5 deste trabalho. A natureza dos derrames exerceu influência no desenvolvimento das superfícies aplanadas. Pode-se inferir que o regime de clima subtropical úmido teve papel importante no estabelecimento da morfologia aplanada das superfícies da área de estudo, mesmo diante das mudanças climáticas ocorridas no Cenozóico corroborando com a formação morfoescultural, conforme indicado neste capítulo, principalmente nas bacias dos Rios Iguaçu e Piquiri e seus tributários, isto é, no sentido Norte-Sul.

No quadro 3 observam-se as coordenadas geográficas dos dez pontos amostrais que foram descritos e analisados na Tese. Na sequência analisam-se os pontos em tela à luz do Modelo Teórico proposto por Bigarella, Mousinho e Silva (1965) e do MDT e MDE abstraídas a partir dos dados do SRTM. Ressalta-se que os

pontos supracitados no Quadro 3 resultam dos três trabalhos de campo realizados no Planalto de Guarapuava.

Nº Ponto	Altitude	Carta	Coordenadas Latitudinais	Coordenadas Longitudinais	Percentual de Declividade	Figura 20 Curvaturas		Prancha
						Vertical	Horizontal	
1	1225	SG-22-V-D	25° 58' 36"	51° 29' 59"	20 a 45%	1a e 2a	1a e 2a	18
2	1005	SG-22-V-D	25° 59' 46"	51° 58' 21"	8 a 20%	1a e 3a	1a e 3a	19
3	956	SG-22-V-D	25° 18' 56"	51° 11' 58"	20 a 45%	1a e 3a	1a e 3a	04
4	951	SG-22-V-D	25° 57' 13"	52° 02' 02"	8 a 20%	1a e 2a	1a e 2a	19
5	900	SG-22-V-D	25° 17' 59"	52° 10' 29"	8 a 20%	1a e 3a	1a e 3a	17
6	810	SG-22-V-D	25° 34' 59"	52° 37' 40"	20 a 45%	1a e 3a	1a e 3a	10
7	330	SG-22-V-C	25° 44' 58"	52° 57' 58"	8 a 20%	1a, 2a e 3a	1a, 2a e 3a	08
8	725	SG-21-X-D	25° 19' 32"	53° 59' 23"	20 a 45%	1a e 3a	1a e 3a	13
9	458	SG-21-X-D	25° 26' 27"	54° 04' 58"	3 a 8%	1a e 3a	1a e 3a	12
10	303	SG-21-X-D	25° 46' 45"	54° 40' 23"	3 a 8%	1a e 2a	1a e 2a	11

Quadro 3 – Pontos amostrais do transecto objeto da Tese

Fonte: Pesquisa de Campo; INPE (2008).

Os pontos em tela foram eleitos a partir dos dados amostrais descritos e analisados neste capítulo. Ressalta-se que estes dados amostrais foram coletados no transecto Leste-Oeste Guarapuava/Foz do Iguaçu e no sentido Norte-Sul nas bacias dos Rios Iguaçu e Piquiri e seus tributários.

No geral constatou-se que o modelado do Planalto de Guarapuava apresenta declividade predominante entre 3% e 45%. Os pontos indicados no Quadro 3 caracterizam-se como: plano, suave ondulado, ondulado e forte ondulado. Estas paleosuperfícies classificam-se no Modelo Teórico proposto por Bigarella, Mousinho e Silva (1965) nas Figuras 10 e 11 indicadas no capítulo dois. Conforme dados gerais do Quadro 3 pode-se aduzir que as curvaturas dos dez pontos eleitos são verticalmente côncavas, retilíneas e convexas e horizontalmente convergentes.

O ponto 1 localiza-se no município de Inácio Martins expondo declividade predominante entre 20% e 45%. Ressalta-se que esta região possui altitudes acima de 1000 metros. Observa-se no Quadro 3 que o modelado apresenta curvatura vertical côncava e retilínea e curvatura horizontal convergente. Infere-se a partir da visualização da prancha 19 localizada na região de Guarapuava a existência de superfícies aplanadas.

O ponto 2 localiza-se também no município de Inácio Martins. Sua declividade predominante é de 8% a 20%. Os dados do Quadro 3 permitem inferir que a formação desta área tem característica de curvatura vertical côncava e convexa e curvatura horizontal convergente. As pranchas 18 e 19 corroboram a formação

destes tipos de curvaturas, bem como a formação de superfícies de aplanamento com gênese morfoestrutural.

O ponto 3 localiza-se no município de Guarapuava no limite entre a Escarpa da Esperança e o Planalto de Guarapuava. Conforme Quadro 3, a declividade desta região varia entre 20% e 45%. A área expõe formas predominantes com topos alongados e aplanados. A curvatura vertical da região em tela tem característica côncava e convexa e curvatura horizontal convergente. Na prancha 4 visualiza-se terreno dissecado com surgimento de morros testemunhos (Morro Morungava). Infere-se que há nesta área formação de superfícies aplanadas com características tanto morfoestrutural quanto morfoescultural.

O ponto 4 tem sua localização no município de Reserva do Iguaçu. A declividade predominante desta área é de 8% a 20%. A região é marcada por terrenos ondulados com curvatura vertical côncava e retilínea e curvatura horizontal convergente. O modelado desta região expõe superfícies elevadas com sobreposição de colúvios evidenciando superfícies morfoesculturais.

A localização do ponto 5 é no município de Goioxim. Nesta área predomina declividade variando entre 20% e 45%. A morfologia desta região expõe terrenos ondulados e forte ondulados. Suas vertentes, são de natureza côncava e convexa. Infere-se que neste ponto o modelado tem curvatura vertical côncava e convexa e curvatura horizontal convergente. Aduz-se com base na descrição e na análise deste ponto indicadas neste capítulo e nas informações do Quadro 3 a presença de superfícies de aplanamento com gênese morfoestrutural.

O ponto 6 localiza-se no município de Marquinho. A declividade predominante desta área é de 20% a 45%. A formação do terreno desta região é forte ondulado. O referido ponto encontra-se na bacia do Rio Piquiri apresentando dissecação média, exibindo formas predominantes de topos alongados e isolados. A curvatura vertical do ponto em tela é côncava e convexa e a curvatura horizontal é convergente. Na prancha 10 pode-se visualizar a formação deste modelado. Infere-se que neste ponto é possível dimensionar evidências de três degraus indicando a presença de superfícies aplanadas de natureza morfoestrutural e morfoescultural.

A localização do ponto 7 é no município de Capitão Leônidas Marques. A área possui declividade predominante entre 8% e 20%. Este modelado apresenta dissecação alta com formas predominantes de topos alongados e em cristas. As camadas basálticas declinam em direção à calha do Rio Iguaçu em decorrência da

gênese morfoescultural corroborando empiricamente com o modelo teórico proposto por Bigarella, Mousinho e Silva (1965). A curvatura vertical deste ponto é côncava, retilínea e convexa e a curvatura horizontal é convergente. Na prancha 08 visualizam-se ilustrações que corroboram com a formação de superfícies aplanadas neste ponto.

O ponto 8 localiza-se no município de Lindoeste. A declividade neste ponto varia entre 20% e 45% exibindo cristas aplanadas com alto grau de dissecação do terreno. Estas evidências apontam e comprovam formação morfoescultural. A curvatura vertical desta área é côncava e convexa e a curvatura horizontal é convergente. Na prancha 13 visualizam-se ilustrações que corroboram que o modelado apresenta formação escultural validando empiricamente o modelo teórico proposto por Bigarella, Mousinho e Silva (1965), Bigarella e Passos (1996) e Bigarella *et al.* (2003).

A localização do ponto 9 é no município de Matelândia com predomínio de declividade variando entre 3% e 8%. O ponto marca a transição do Planalto de Foz do Iguaçu com o Planalto do São Francisco. Esta região é marcada por superfícies aplanadas evidenciando formação morfoestrutural e morfoescultural. Pode-se inferir que no sentido Leste-Oeste há evidências do derrame basáltico do Mesozóico, isto é, formação morfoestrutural. No sentido Norte-Sul as evidências de campo e o coeficiente de declividade (3% a 8%) apontam para formação do modelado morfoescultural. Na prancha 12 as ilustrações corroboram a formação tanto estrutural quanto escultural destas superfícies aplanadas. A curvatura vertical desta região é côncava e convexa e a curvatura horizontal é convergente. Pode-se inferir ainda que as evidências de campo corroboram que a proposta de Bigarella, Mousinho e Silva (1965); de Bigarella e Passos (1996) e de Bigarella *et al.* (2003) formam modelos teóricos relevantes para comprovar empiricamente estudos no campo da geografia física, da geologia e da geomorfologia.

O ponto 10 localiza-se no município de Santa Terezinha de Itaipu, nas proximidades da calha do Rio Paraná. No ponto em tela predomina coeficiente de declividade variando entre 3% a 8%. Neste ponto os vales são amplos e encaixados em linhas estruturais com superfície aplanada evidenciando processo morfoestruturais e morfoesculturais. A curvatura vertical da área é côncava e retilínea e a curvatura horizontal é convergente. Na prancha 11 observam-se ilustrações que comprovam a presença de superfície de aplanamento corroborando

mais uma vez a proposta teórica de Bigarella e naturalmente comprovando a hipótese desta Tese.

Tabela 1 – Proporção das classes de declividade por área

<b>CARTA 25-525 (SG-22-V-D)</b>		<b>CARTA 25-54 (SG-22-V-C)</b>		<b>CARTA 25-555 (SG-21-X-D)</b>	
<b>Classe de declividade (%)</b>	<b>Proporção na área</b>	<b>Classe de declividade (%)</b>	<b>Proporção na área</b>	<b>Classe de declividade (%)</b>	<b>Proporção na área</b>
0 a 3	5%	0 a 3	9,2%	0 a 3	23,3%
3 a 8	24,3%	3 a 8	11,8%	3 a 8	47,7%
8 a 20	37%	8 a 20	48,9%	8 a 20	21,4%
20 a 45	24,3%	20 a 45	26,4%	20 a 45	6,4%
45 a 75	8,9%	45 a 75	2,8%	45 a 75	1,2%
Maior que 75	0,5%	Maior que 75	0,9%	Maior que 75	0%

Fonte: EMBRAPA (1999); INPE (2008)

Conforme indicado na Tabela 1, a Carta 25.525 (SG22-V-D) representa a porção Leste da área pesquisada. Esta Carta evidencia que apenas 5% da área possui declividade entre 0 e 3%. Estas áreas aparecem nas proximidades dos cursos d'água dos Rios Iguaçu e Piquiri e seus tributários. Estes cursos podem ser observados na prancha 19. Observa-se ainda nesta Carta que há predomínio de terreno com declividade variando entre 3% e 45%. Esta variação de declividade comprova que esta região é marcada por terrenos suave ondulado, ondulado e forte ondulado desencadeando a exposição de várias superfícies de aplanamento conforme indicado na prancha 19. A formação desta área, de acordo com o Quadro 3, têm características de curvatura vertical retilínea e côncava e curvatura horizontal convergente.

Constata-se também que entre 45% e 75% de declividade aparecem terrenos montanhosos indicando 8,9% da área desta Carta. Por outro lado apenas 0,5% da área possui terrenos com mais de 75% de declividade indicando formação de relevo escarpado.

Na Carta 25-54 (SG-22-V-C) indicada na Tabela 1 visualiza-se predomínio de terrenos variando entre 3% e 45% de declividade. Observa-se a partir desta Carta que 9,2% da área possui declividade na classe de 0% a 3%. O destaque é para a classe que varia entre 8% e 20% com 48,9% de declividade evidenciando as cabeceiras e vertentes dos principais rios tributários das bacias dos Rios Iguaçu e Piquiri. Nesta Carta o terreno montanhoso e escarpado representa respectivamente



2,8% e 0,9% da área. Na prancha 16 fica evidente a formação destas vertentes e destas paleosuperfícies.

A Carta SG-21-X-D representada na Tabela 1 indica a porção Oeste da área pesquisada. Em linhas gerais apresenta terrenos mais suaves principalmente em direção à calha do Rio Paraná. Ressalta-se que das três Cartas analisadas esta Carta é a que indica a maior porcentagem (23,3%) da classe de declividade variando entre 0% a 3%. Na faixa de 3% a 8% o coeficiente de declividade é de 47,7% da Carta possuindo terrenos com formação suave ondulado a ondulado. Esta formação pode ser classificada, conforme Figura 19 (1a e 3a), de curvatura vertical côncava e convexa e de curvatura horizontal convergente. A prancha 11 ilustra estas superfícies aplanadas.

Os terrenos forte ondulados e montanhosos aparecem respectivamente com 6,4% e 1,2% da área da Carta. A prancha 12 indica a formação destas paleosuperfícies. A curvatura vertical desta área é de formação côncava e convexa e a curvatura horizontal de formação convergente. Vide Figura 19 (1a e 3a). A formação escarpada não aparece nesta região.

Com a análise e a compreensão destas Cartas infere-se que na porção Leste do transecto Guarapuava/Foz do Iguaçu o terreno indica as maiores declividades. As principais áreas de dissecação do modelado formam superfícies de aplanamentos nas áreas com mais de 8% de declividade. Na direção Leste-Oeste no sentido calha do Rio Paraná as declividades diminuem dificultando o surgimento de superfícies aplanadas.

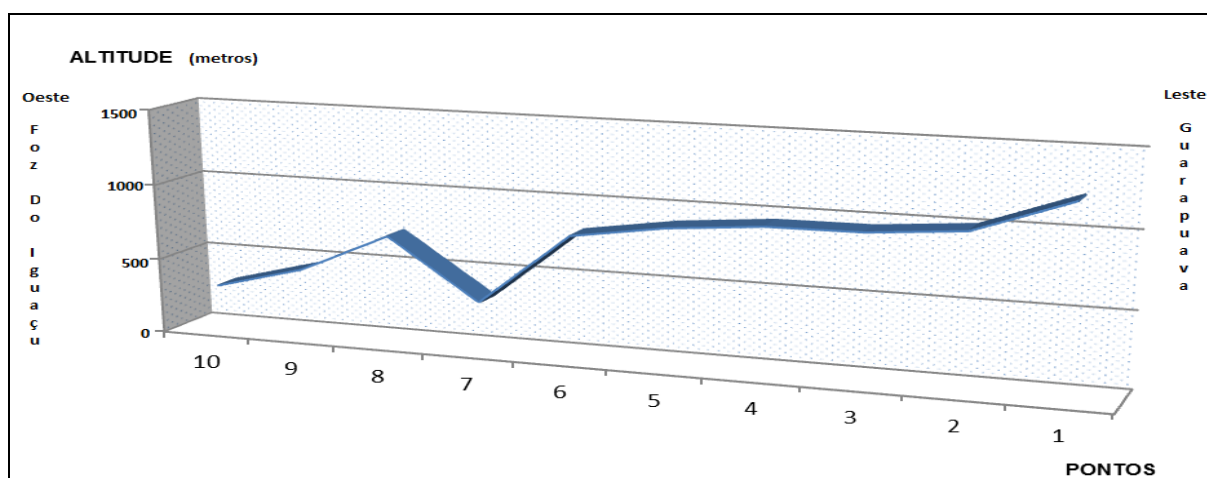


Gráfico 1 – Perfil altimétrico do transecto no sentido leste-oeste Guarapuava/Foz do Iguaçu

Fonte: Autoria própria

No gráfico 1 observa-se que as maiores altitudes estão localizadas na porção Leste da área da pesquisa, decrescendo em direção Oeste acompanhando as camadas estruturais dos derrames basálticos do mesozóico. Entre os pontos seis e sete o terreno apresenta cotas altimétricas mais baixas em decorrência da calha do Rio Iguaçu. A partir do ponto oito o terreno decresce rapidamente em direção à calha do Rio Paraná evidenciando o processo estrutural. Este processo pode ser observado na prancha 11.

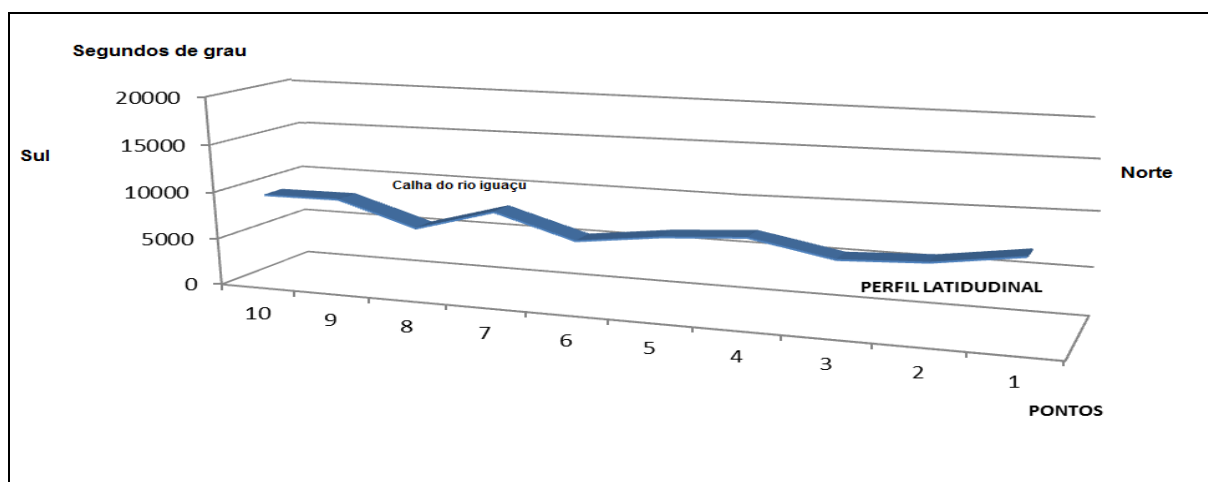


Gráfico 2 – Perfil altimétrico do transecto sentido norte-sul do planalto de Guarapuava

Fonte: Autoria própria

Visualiza-se no gráfico 2 que o terreno decresce acentuadamente em direção a calha do Rio Iguaçu evidenciando processos esculturais do relevo. Na prancha 08 observam-se estas paleosuperfícies de formação escultural.

Ressalta-se que os aspectos morfológicos do Planalto de Guarapuava foram registrados via documentação fotográfica indicadas nos 20 pontos descritos neste capítulo. As ilustrações apresentadas nas pranchas de 1 a 20 corroboram e ratificam que o planalto em tela é marcado pela morfologia tanto estrutural quanto escultural.

No capítulo seguinte finaliza-se a Tese indicando reflexões conclusivas e recomendações para a continuidade de pesquisas empíricas no Terceiro Planalto Paranaense. Indicam-se também na sequência as referências que permitiram a construção deste trabalho científico de Tese.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

*Caminante no hay camino El camino se hace al andar.  
Antonio Machado*

*Se há um caminho o seguiremos. Se não existir  
construiremos um novo.  
Anônimo*

Ao finalizar esta Tese tem-se a consciência de que o aprendizado intelectual é um labor processual, lento e disciplinado, exige que se abdique de outros assuntos do cotidiano para que se possa concluir uma jornada. A caminhada percorrida lembra, obviamente, infinitos desdobramentos que norteiam o processo de construção do conhecimento, principalmente científico.

Na sequência expõem-se as reflexões conclusivas, embora de caráter exploratório e preliminar e ainda as recomendações para a elaboração de estudos futuros.

### 6.1 CONSIDERAÇÕES CONCLUSIVAS E REFLEXIVAS DA TESE

A proposta precípua de Tese foi a de descrever, registrar, identificar e analisar o Planalto de Guarapuava entre as bacias dos Rios Iguaçu e Piquiri, tendo como nível de base o Rio Paraná. A sua construção envolveu levantamentos filosóficos, teóricos e metodológicos, além de um intenso envolvimento com a área de estudo nos três trabalhos de campo, acompanhados, naturalmente, de diálogos com os orientadores.

A integração dos dados e das informações obtidas, levantadas, produzidas, analisadas e discutidas resultou em uma visão abrangente do Planalto de Guarapuava, tornando possível visualizar o quanto os componentes do meio físico interagem e quanto essa interação tem implicações no quadro socioeconômico e suas atividades, por exemplo, no planejamento do uso e ocupação do solo, tanto urbano quanto rural, na construção de vias férreas e rodoviárias, na gestão

ambiental, na mitigação de informações geológicas com vistas à prevenção de catástrofes naturais.

Para a caracterização geomorfológica, foi imprescindível o levantamento geológico, incluindo o tectônico, o estrutural e o escultural da área envolvendo bibliografias produzidas desde o início do século XX até as recentes publicações em anais de congressos e simpósios, teses, dissertações e artigos científicos. O levantamento bibliográfico mostrou evolução das ideias sobre a Geomorfologia e o caminho atual que as pesquisas mais recentes têm trilhado. Esse levantamento geológico foi o alicerce da caracterização geomorfológica, haja vista as implicações sistêmicas entre a Geologia e a Geomorfologia, tanto no aspecto litológico quanto nos aspectos estruturais e esculturais.

Sabe-se que o modelado é dinâmico e está em permanente transformação e evolução, desenvolvendo ao longo do tempo geológico formas sob distintas condições hidrológicas e hidrodinâmicas. Um conjunto de fatores tanto de ordem endogenética quanto exogenética foi e continua sendo o responsável por estas mudanças fisiográficas das paisagens.

Os sistemas climáticos do passado deixaram suas marcas no relevo de cada região, possibilitando assim o reconhecimento e o entendimento da paisagem atual. O clima influencia de modo direto e indireto na evolução do relevo terrestre. Os principais elementos climáticos responsáveis diretamente por esta influência são as precipitações, os ventos, a umidade e a temperatura, sendo que a influência indireta, é proveniente, principalmente, por meio da cobertura vegetal. Estes fatores são responsáveis pela gênese e evolução das formações superficiais.

Os dados de campo subsidiados pelos dados de gabinete permitiram inferir que o declive topográfico generalizado desde a borda da Escarpa da Esperança até o *Canyon* do Rio Paraná está diretamente relacionado ao mergulho das camadas desta bacia sedimentar, originada dos grandes e sucessivos derrames de lavas básicas, caracterizando o relevo da unidade como um planalto monoclinal. Porém, existem diferenciações entre as rochas efusivas e ácidas que resultam neste planalto, geralmente uma variação dos tipos de modelados do relevo, os quais se estendem desde áreas planas mais ou menos conservadas até setores em que as dissecções comandadas pelos principais cursos d'água proporcionaram a formação de relevo intensamente fragmentado.

Ficou evidente que no bloco do Planalto de Guarapuava, local da área da pesquisa, a rede de drenagem, as rochas basálticas e as litoestruturas propiciaram o aparecimento de vales fluviais profundos, em um sentido geral na direção Oeste, resultando no surgimento de mesetas, coxilhas e chapadas neste planalto.

Devido ao declínio do Planalto de Guarapuava para o Oeste em forma de degraus estruturais de lençóis de *Trapp* no sentido longitudinal da área em questão, as altitudes deste planalto variam de 1300 metros na porção Leste do Município de Inácio Martins, até pouco mais de 100 metros no extremo Oeste, no Município de Foz do Iguaçu, junto às margens do Rio Paraná.

É sabido que o vulcanismo mesozóico da Bacia do Paraná é diacrônico. Isto significa que várias câmaras magmáticas geraram magmas em distintos estágios de diferenciação, em épocas distintas, e por isto não é possível estabelecer uma evolução geocronológica, petrogenética e litogeoquímica linear para toda a Formação Serra Geral. Os dados amostrais desta Tese corroboram e ratificam a presença do processo evolutivo do referido planalto tanto na perspectiva estrutural quanto escultural.

Os dados amostrais fotográficos corroboram o modelo proposto por Bigarella e Ab'Sáber e rejeita-se o modelo essencialmente estrutural Davisiano.

As evidências empíricas da aplicação do modelo proposto por Bigarella reforça a tese de que a formação do modelado do Terceiro Planalto no transecto Guarapuava/Foz do Iguaçu entre os Rios Iguaçu e Piquiri no Quaternário, em função das variações climáticas, conta muito mais com implicações de natureza escultural do que estrutural. Todavia, as pranchas 16 e 19 indicadas no capítulo precedente apontam também evidências da presença de formação estrutural. Estas evidências foram comprovadas com as informações amostrais que indicam que a erosão fluvial que ocorreu e ainda ocorre por meio das drenagens dos dois mais importantes rios da área da pesquisa (Iguaçu e Piquiri) corroboram efetivamente para a natureza escultural das superfícies de aplanamento.

A afirmação de Ross de que tanto a morfoescultura quanto a morfoestrutura não se comportam de modo retilíneo e iguais, uma vez que ambas se modificam continuamente, permite inferir que o modelo teórico proposto por Bigarella, aplicado empiricamente no Planalto de Guarapuava, comprova preliminarmente que no Brasil meridional a formação do modelado se dá muito mais em função dos fenômenos meteorológicos do que dos agentes endógenos. O modelado como todos os outros

elementos da natureza encontram-se em movimento infinito e em evolução. As informações fotográficas e os dados do modelo numérico SRTM corroboram e ratificam a proposição do referido autor.

O AGEP (2006) indica o mapeamento e a divisão em microescala da presença de vinte unidades geomorfológicas. A área do transecto objeto deste estudo foi classificado em 2006 pelo referido AGEP em onze unidades geomorfológicas por processos esculturais que corrobora com os resultados da pesquisa desta Tese. Entretanto, em micro e em macroescala percebe-se que o número de modelados é superior ao indicado pelo referido Atlas. Infere-se que nas altitudes mais elevadas há evidências de formação estrutural, por outro lado nas altitudes menos elevadas há presença muito intensa de morfoesculturas. Estas evidências indicam e ratificam a aplicação empírica do modelo teórico proposto por Bigarella.

Assevera-se que o Planalto de Guarapuava está contido em uma região subtropical com clima úmido. Argumenta-se que o objetivo da documentação fotográfica foi atingido. Infere-se que as informações da pesquisa de campo apontam muito mais para a formação escultural do que para a estrutural.

Conclui-se pela aceitação da proposta da Tese, haja vista a gênese do Planalto de Guarapuava e conforme dados amostrais da pesquisa de campo, a identificação do modelado evidencia a presença tímida de formação estrutural e marcadamente pela formação morfoescultural.

Tomando como referência Bigarella (1975), pode-se dizer que no Brasil Meridional as mudanças climáticas foram profundas e extremas, com fases semiáridas prolongadas alternando-se com fases úmidas. Na fase semiárida dá-se a erosão mecânica, originando superfícies planas de erosão ou pedimentos, nas fases úmidas ocorre a decomposição química das rochas com formação de espessos regolitos. Seguindo essa lógica, sabe-se que hodiernamente, no Brasil Meridional, vive-se uma fase úmida. Os dados amostrais de campo, principalmente o registro fotográfico, torna e deixa evidente de fato a decomposição química das rochas com formação de regolitos. As pranchas 01, 03 e 07 descritas no capítulo 5 comprovam essa afirmação.

À luz do exposto pode-se inferir a comprovação da hipótese proposta na Tese de que pesquisas de Bigarella, Mousinho e Silva (1965) apontam que a formação



das superfícies aplanadas nas zonas subtropicais tem sua gênese constituída tanto nos aspectos estruturais quanto nos aspectos esculturais.

### **6.1.1 Sobre o Objetivo Geral**

O objetivo geral desta Tese foi o de compreender os processos de aplanamento do terreno e recuo lateral das encostas no Planalto de Guarapuava no transecto leste-oeste (Guarapuava a Foz do Iguaçu), entre os Rios Iguaçu e Piquiri. A compreensão e a análise empreendida no capítulo 5 permite afirmar que foi atingido plenamente. Os dados SRTM convertidos e georreferenciados evidenciam e comprovam com detalhes que na área pesquisada, de fato, o relevo se distribui em escadarias no sentido Leste-Oeste alcançando as maiores altitudes na borda da Escarpa da Esperança que diminuem no sentido Oeste (calha do Rio Paraná).

A comparação e a análise dos dez pontos escolhidos com as observações da paisagem em campo sugerem e evidenciam relevos residuais situados nas cotas mais elevadas com superfícies interplanálticas e superfícies em elaboração. Quanto à origem das superfícies pode-se pensar que elas foram elaboradas simultaneamente e que fatores endógenos tenham sido relevantes na constituição do relevo em escadaria. De acordo com toda a literatura revisada, pode-se inferir que por meio do nível de base do Rio Paraná o Planalto de Guarapuava possui um rebaixamento no sentido Leste-Oeste. Assim fica comprovado que nas proximidades dos Rios Iguaçu e Piquiri em decorrência do seu nível de base mais acentuado contribuíram para a formação das superfícies aplanadas através do processo escultural. Esta comprovação pode ser visualizada na prancha 08.

### **6.1.2 Sobre os Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos de descrever, caracterizar, registrar e identificar as superfícies de aplanamentos no Planalto de Guarapuava entre os Rios Piquiri e Iguaçu foi parcialmente atingido, levando em conta que não foram identificadas todas as superfícies de aplanamento.

Já os objetivos de descrever, caracterizar e registrar os aspectos morfológicos do relevo foram atingidos. As vinte pranchas construídas, provenientes do trabalho

de campo, evidenciam e comprovam os elementos que consubstanciam o alcance desses objetivos.

### **6.1.3 Sobre a Relevância da Tese**

A primeira relevância reside no fato de ter ancorado alguns pressupostos das Ciências da Terra, especificamente da Geologia e da Geomorfologia, na proposta teórica de compreensão do modelado sugerido por Bigarella, Mousinho e Silva (1965).

A segunda relevância encontra-se no campo metodológico. A aplicação do modelo TOPODATA construído a partir dos dados SRTM contribuiu de forma significativa para a confecção dos quadros e tabelas resultando em dados fundamentais para a conclusão dessa Tese. O MDE e o MDT são ferramentas poderosas que auxiliam na produção de cartas topográficas (altitude, declividade e curvatura) visando melhor compreensão da formação de paleosuperfícies.

A terceira relevância foi a construção da análise empreendida no capítulo 5. Esta análise evidenciou a eficiência da proposta do TOPODATA (SRTM) para compreender a leitura dos aspectos geomorfológicos de uma determinada área. Nesse sentido aduz-se que muitas outras pesquisas poderão ser elaboradas utilizando-se dessa metodologia.

A ausência de estudos teóricos e empíricos sobre a formação e a evolução do Planalto de Guarapuava com ênfase na morfogênese corroboram e ratificam o pioneirismo da Tese e a sua relevância na análise e na compreensão da paisagem deste Planalto. Trata-se de inferências conclusivas preliminares em função da natureza qualitativa e exploratória do trabalho. Os resultados da pesquisa ratificam que, de fato, em regiões de clima subtropical úmido a formação das superfícies aplanadas é influenciada pela morfoestrutura e pela morfoescultura.

Reafirma-se que o estudo exploratório e descritivo desta Tese é pioneiro tanto em termos teóricos quanto em termos empíricos. A análise empreendida no Planalto de Guarapuava corrobora e comprova a validade teórica do modelo proposto por Bigarella (gênese morfoestrutural e morfoescultural) e empiricamente comprova a hipótese do trabalho. A escassez de estudos neste Planalto denota a originalidade da Tese em ampliar a compreensão da formação do modelado nessa região do Brasil Meridional.

Os resultados da pesquisa de campo, subsidiados na construção teórica e metodológica da Tese, permitem afirmar que a relevância do estudo geomorfológico se deu naturalmente na identificação de superfícies aplanadas do Planalto de Guarapuava. Estes resultados também permitem dizer que a compreensão das paleosuperfícies ajuda no planejamento e prevenção de catástrofes naturais além da possibilitar o mapeamento efetivo do uso e ocupação do solo tanto na conurbação urbana quanto no meio rural.

#### **6.1.4 Sobre a Questão da Pesquisa**

A pergunta que norteou a produção deste estudo foi: Qual a importância dos processos climáticos na esculturação das superfícies aplanadas do Planalto de Guarapuava?

Tomando como referência os trabalhos de campo, os dados do SRTM, os mapas geológicos e geomorfológicos, além das centenas de fotografias da área da pesquisa, conclui-se que no Planalto de Guarapuava as suas superfícies de aplanamento foram elaboradas simultaneamente e que os fatores tectônicos (morfoestruturais) tenham sido relevantes na gênese do relevo em forma de degraus.

Argumenta-se que as principais implicações e contribuições para a formação das superfícies de aplanamento consistiram em mudanças climáticas ocorridas durante o Quaternário.

## **6.2 RECOMENDAÇÕES**

A reflexão para iniciar esta seção indica que o processo de criação do conhecimento começa com o sonho e a vontade que se tem de revolucionar e melhorar o mundo no qual se vive. Com o passar dos dias, a angústia que toma conta do estudante de pós-graduação, seja no mestrado, seja no doutorado, só acaba quando se fecha o ciclo com a Dissertação ou a Tese que foi factível de ser construída.

A seguir, apresenta-se algumas sugestões de futuras pesquisas que poderão ser feitas, tomando como base os limites e as dificuldades que foram encontradas na caminhada de doutoramento em Geografia.

Sugere-se a utilização do modelo de Bigarella de perfis geomorfológicos múltiplos projetados no plano meridiano e no plano paralelo, na área de estudo da Tese, bem como no restante do Terceiro Planalto para estudos futuros. Salienta-se que devido à riqueza de dados de campo disponíveis em função da pesquisa empírica feita para esta Tese, pretende-se produzir artigos específicos com o uso desta metodologia.

A temática sobre linhas de pedra indicada em anexo tem o propósito subjacente de evidenciar mudanças climáticas ocorridas durante o Quaternário. Recomenda-se que esta temática seja pesquisada em profundidade visando melhor entendimento de sua gênese. As linhas de pedra podem denotar e apontar o ciclo das rochas. Este ciclo juntamente com a formação das linhas de seixos é um tema relevante para outras pesquisas científicas.

Recomenda-se a aplicação do método utilizado na Tese para futuras pesquisas na identificação da gênese morfoestrutural e morfoescultural na área pesquisada e na formação de superfícies aplanadas em outras áreas do Terceiro Planalto, por exemplo, em bacias como a dos Rios Paranapanema, Tibagi, Pirapó, Ivaí e outros.

Sabe-se que a produção de conhecimentos em todas as esferas (filosófica, mitológica, poética, literária e científica) caracteriza-se por sua natureza complexa e dialética. Sabe-se também que a produção do conhecimento científico é um empreendimento em construção *ad infinitum* considerando suas limitações e finitudes. A produção desta Tese permite concluir que para alcançar os objetivos que foram propostos muitos desdobramentos ocorreram evidenciando a natureza sistêmica das Ciências da Terra. Estes desdobramentos permitem muitas possibilidades para se continuar pesquisando no campo da Geomorfologia e outras áreas correlatas tanto das Ciências da Terra como de outras Ciências.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, A. A. de. **Análise Geomorfológica: reflexão e aplicação**. Tese de Livre Docência. FFLCH-USP. São Paulo, 1982.
- ABREU, A. A. de. **A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise crítica**. Revista IG, São Paulo, v. 4, n. 1-2, p. 5-23, jan./dez., 1983.
- ABREU, A. A. **Significado e Propriedades do Relevo na Organização do Espaço**. In: **Anais do Simpósio de Geografia Física Aplicada I**, B. Geografia. Teorética, Rio Claro, v. 15, n. 29-30, 154-162, 1985.
- AB'SABER, A. N. **Posição das superfícies aplainadas no Planalto Brasileiro**. Notícia Geomorfológica, Campinas, n. 05, abril. 1960
- \_\_\_\_\_. **Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte subsuperficial de cascalhos inhumados do Brasil oriental**. Bol. Univ. Fed. Paraná, Inst. Geol. Geogr. Física, Curitiba. 1962.
- \_\_\_\_\_. Superfícies Aplainadas e Terraços na Amazônia. **Geomorfologia USP – IGEOG**, Nº 4 São Paulo. 1966.
- \_\_\_\_\_. **A Amazônia: do Discurso à Práxis**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996.
- \_\_\_\_\_. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, nº 18, IG-USP, São Paulo, 1969.
- \_\_\_\_\_. Participação das Depressões e Superfícies Aplicadas na Compartimentação do Planalto Brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, nº 28, p. xx-yy, 1972.
- \_\_\_\_\_. **Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul**, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. Instituto Geográfico – Paleoclimas - USP. São Paulo. 1977.
- \_\_\_\_\_. Summit Surface in Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 03, p. 515-516, 2002.
- \_\_\_\_\_. **Os Domínios da Natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALMEIDA, M. A. **Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná**. In: 31º Congresso Brasileiro de Geologia Balneário Camboriú, SC, 1980.
- \_\_\_\_\_. Combate à erosão no Estado de São Paulo: uma solução definitiva. **Associação Brasileira de Geologia**. II Simpósio sobre controle de erosão, vol. 01, p. 101-114, 1981.

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. In: Instituto Geográfico e Geológico. Geologia do Estado de São Paulo. **Boletim, IGG**, n. 41, p. 41-167, 1964.

\_\_\_\_\_. Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil. São Paulo, **IPT**, n. 14, p. 091, 1980.

\_\_\_\_\_. Relações tectônicas das Rochas Alcalinas Mesozóicas da Região Meridional da Plataforma Sul-Americana. **Revista Brasileira de Geociência**, 1983.

ALONI, J. 1975. Le sol et l'évolution morphologique des termitières géantes du Haut-Shaba (Rép. Zaïre). Bruxelas, **Pédologie**, XXV (1): 25-39.

AMARAL, I. Aspectos da Evolução da Geomorfologia. In: **Revista FINISTERRA**, Vol. II nº 3. 1965.

\_\_\_\_\_. **Inselberg (ou montes-ilhas) e superfícies de aplanção na Bacia do Cubal da Hanha, em Angola**. Garcia de Orta, vol.17. Lisboa. 1969.

ARGENTO, M. S. F. **Mapeamento Geomorfológico**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 1994.

ARIOLI, E. E. Arquitetura Faciológica da Sequência Vulcânica e o significado exploratório das anomalias geoquímicas de elementos do grupo da platina (EGP) e Metais Associados no sistema magmático Serra Geral, Estado do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado – 2008 UFPR setor de Ciências da Terra. Geologia 194 p.

ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.; MILANI, É. J. Sequências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-89, 1994.

ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS. **Boletim Paranaense de Geografia**. N. 6 e 7. Curitiba. 1962.

ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ. Curitiba: UFPR, ITCF, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, 1987.

**ATLAS GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ**. Escala base 1:250.000. Curitiba 2006.

**ATLAS NACIONAL DIGITAL**. IBGE. Rio de Janeiro- RJ. 2005.

BARBOSA, G. V. **Formações superficiais e geomorfologia**. In: Estudo e cartografia de formações superficiais e suas aplicações em regiões tropicais. Colóquio Interdisciplinar Franco-Brasileiro; p. 151-156. FFLCH, Universidade de São Paulo. S. Paulo, 1983.

BAUD, P.; BOURGEAT, S. e BRAS, C. **Dicionário de Geografia**. Plátano edições técnicas. Lisboa. 1997.



BERNARD, E. A. **Climatic zonation Theory**. In: Fairbridge, R. W. The Encyclopedia of atmospheric sciences and astrogeology. Reinhold Publ. Corp. 2:213-217. 1967.

BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R.; MARQUES, F. P. L.; **Considerações sobre a formação FURNAS. Bol. Paranaense de Geografia. Curitiba, nº 4 e 5. 1961.**

BIGARELLA, J. J.; MARQUES, F. P. L.; AB'SABER, A. N. Ocorrência de pedimentos remanescentes nas fraldas da Serra do Iquererim (Garuva) SC. **Bol. Paranaense de Geografia 4/5. Curitiba. 1961.**

BIGARELLA, J. J. ; LINS, R. C. Contribuição à Geomorfologia e Paleoclimatologia do Rio Grande do Sul e Uruguai. **Bol. Paranaense de Geografia Curitiba 8/9. 1963.**

BIGARELLA, J. J.; AB'SABER, A. N. Palão geographische und Palão klimatische Aspekte des Känozoikums in sudbrasilien. Zeit.FürGeomorph., Berlin, 8 (3). 1964.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. 1965. **Contribution to the study of the Brazilian Quaternary**. In: International Studies on the Quaternary, Geol. Soc. of America, Special Paper, 84: 433-451.

BIGARELLA, J. J. **Simpósio Internacional Sobre o Quaternário**. vol. 47. Rio de Janeiro. 1975.

\_\_\_\_\_. Variações climáticas no quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Bol. Paranaense de Geografia. Curitiba, n.10/15, 1964**

\_\_\_\_\_. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Vol. III. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E.; HERMANN, M. L. P.; MENDONÇA, M.; SANTOS, G. F.; CARVALHO, S. M. C.; COITINHO, J. B. L. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Vol. II. Florianópolis: Editora da UFSC, 1996.

BIGARELLA, J. J.; KLEIN, R. M.; LANGE, R. B.; LOYOLA S. J.; LARACH, J.O.I.; RAUEN, M. J. **A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná – Um problema de segurança ambiental e nacional**. Secretaria de Estado do Planejamento e Associação de Defesa de Educação Ambiental. Curitiba – PR, 1978.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Visão integrada da problemática da erosão**. Maringá: Livro guia do 3º Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 1985.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Livro Guia. 3º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Visão Integrada da Problemática da Erosão. Maringá- PR, 1985.

BIGARELLA J. J. ; OLIVEIRA, M. A. M. Nota Preliminar sobre as direções de transporte dos arenitos Furnas e Botucatu na parte setentrional da Bacia do Paraná. **Bol. Paranaense de Geografia 18/20**.Curitiba 1966.

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E.; HERMANN, M. L. P.; MENDONÇA, M.; SANTOS, G. F.; SALAMUNI, E.; SUGUIO, K. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Vol. I. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E. Superfícies de Erosão. In: CUNHA, S.B., GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. São Paulo: Bertrand Brasil, pp 107-141. 2003.

BIGARELLA, J. J. & MOUSINHO, M. R. **Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas**. Curitiba: Boletim Paranaense de Geografia nº 16/17, 1965, p. 153-198.

BIGARELLA, J. J. & MOUSINHO, M. R. 1965. **Significado paleogeográfico e paleoclimático dos depósitos rudáceos**. Boletim Paranaense de Geografia, Universidade do Paraná - Curitiba, 16/17: 7-16.

BOLETIM PARANAENSE DE GEOCIÊNCIAS (**International Symposium on the Quaternary**) Curitiba, 1975.

BRYAN, K. **The place of geomorphology in the geographic science**. Ann. Of the Ass.of American Geographers. XL, p. 196-209, 1950.

BRYANT, E. **Climate Process**. University Press. Cambridge. 1997.

BRUNSDEN, D. **The persistence of landforms**. Zeitschrift für Geomorphologie NF, Suppl. Bd. 93, p.13-28. 1993.

BÜDEL, L, J. **Das süstem der Klimatischen Morphologie**. Deutscher Geographentag, München, v. 27, n. 4, p. 65-100, 1948.

BÜDEL, J. **Climatic Geomorphology**. Trad.Fiche re Busche, Princeton U.P. Princeton. 1982.

BÜDEL, J. Die "Doppelten Einebnungsflächen" in den Fenchten Tropen. Zeits.Fur Geomorph., Berlim, 1 (2), p. 201-228, 1957.

CAILLEUX, A. **Recentes Variations du Niveau des Mers et des Terres**. Bull. Soc. Géologique de France, v. 2, p. 135-44, 1952.

CALDER, N. **El libro del clima**. Editora Hermann Blume. Madri. 1983.

CAMARGO, G. **Processos de Erosão no Centro e Sul do Segundo Planalto Paranaense**: Evolução de Encostas e Influência da erosão subterrânea na expansão de voçorocas. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências UFSC. Florianópolis, 1998.

CAMARGO, M. F. **Aspectos Fundamentais da Evolução Geomorfológica Cenozóica da Bacia do Rio Bananas** – Guarapuava - PR. Dissertação de Mestrado. UFSC, Florianópolis - SC. 1997.

CASSETI, V. **Abordagem sobre os estudos do relevo e suas perspectivas** (Notas Preliminares). Anais do I Simpósio Nacional de Geomorfologia. Rev. Sociedade & Natureza, Uberlândia, ano 3, n. 15, p. 37-43, jan./dez, 1996.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. Editora Contexto, São Paulo:, 1991.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. Disponível em: HTTP. funage.org.br/geomorfologia/acesso em 08/08/06.

\_\_\_\_\_. Elementos de Geomorfologia. Editora UFG. Goiânia. 1994.

CASTRO, C.; JATOBÁ, L. **Litosfera: Minerais, Rochas, Relevo**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2004.

CHAMBERLIN, T. C. **The methods of Earth-sciences**. Pop. Sci. Mon. 1904

CHOLLEY, A. **Morphologie structurale et morphologie climatique**. Anais de Geographie, v. 59, p. 331-335, 1950.

CHRISTOFOLLETI, A. **O fenômeno morfogenético no Município de Campinas**. Notícias Geomorfológicas. Campinas, 8 (16):3-07.1968.

\_\_\_\_\_. **As Teorias Geomorfológicas**. Campinas: Not. Geomorfológica, v. 13, n. 25, p. 3-4, jun., 1973.

\_\_\_\_\_. **O desenvolvimento da Geomorfologia**. Campinas: Not. Geomorfológica, Campinas, v. 12, n. 23. p. 13-30, 1972.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia. Editora Edgard Blücher Ltda (editora da USP). São Paulo, 1974.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 188 p., 1980.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo. 2002.

COLTRINARI, L. **Um exemplo de carta geomorfológica de detalhe**: A Carta do Médio Vale do Rio Parateí, SP. São Paulo: Revista do Departamento de Geografia. nº 01, USP, 1982. p. 55-63.

COMISSÃO TEMÁTICA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS. Mapa de Integração geológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes. Boletim de Lançamento. Buenos Aires, 1998.

CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: Geomorfologia e meio Ambiente. Rio de Janeiro. 2001

CRUZ, O. **Estudo dos processos geomorfológicas do escoamento pluvial na área de Caraguatatuba** – São Paulo. Tese de Livre Docência, FFLCH-USP, S. Paulo, 1982.

Damuth, J.E.; Fairbridge, R. W. **Equatorial Atlantic deep-sea arkosic sands and Ice-Age aridity in tropical South America**. Geol. Soc. Amer. Bull., 81(1):189-206, 1970.

DAVIS, W. M. **The Geographical Cycle**. Geogr. Journ., London, v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899.

DECKART, K.; FÉRAUD, G.; MARQUES, L.S.; BERTRAND, H. New time constraints on dyke swarms related to the Paraná-Etendeka magmatic province, and subsequent South Atlantic opening, southeastern Brazil. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Amsterdam, v. 80, n. 1-2, p. 67-83, 1998.

DE MARTONNE, E. Problemes morphologiques du Brésil tropical atlantique. **Annales de Geographie**, Trad. Revista Brasileira de Geografia. 1940.

\_\_\_\_\_. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico I. Rio de Janeiro, **Revista Brasileira de Geografia**, V(4), 1943, p.3-26. 1943-1944.

\_\_\_\_\_. Problemas Morfológicos do Brasil tropical atlântico. **Revista Brasileira de Geografia**, nº 05 – 523-550. 1943.

\_\_\_\_\_. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico II. **Revista Brasileira de Geografia**, 5(4), 1944, 523-550.

\_\_\_\_\_, **Panorama da Geografia**. Lisboa: Ediciones Cosmos. 1953.

\_\_\_\_\_. **Tratado de Geografia Física**. Barcelona: Juventud, 1964.

DEMEK, J. **Handbuch der Geomorphologischen Detailkartierung**. Ferdinand Hirt: Viena, 1976.

DE PLOEY, J. 1964. **Nappes de gravats et couvertures argilo-sableuses au Bas-Congo**: leur genèse et l'action de térmites. In: "Études sur les termites africains", ed. de l'Université, Léopoldville, 400-414.

DE PLOEY, J. **Étude de l'érosion pluviale de sols sablonneux du Congo Occidental au moyen d'un traceur radioactif (II)**. In. Rap. Recherche. Rép. Dém. Congo, Trico 14, 1967.

DUROZOI, G.; ROUSSEL, A. **Dicionário de Filosofia**. Campinas, SP Papirus, 1993.

EMBRAPA – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília. 1999.

EMBRAPA – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro. 2006.

ERHART, H. **La theorie bio-rexistesique et les problemes biogeographiques et paleobiologiques**. Soc. Biogeogr., France, CNR (288):43-53, 1956.

ERNST, W. G. **Minerais e Rochas**. Trad. Evaristo Ribeiro Filho. Editora Edgard Blücher Ltda. 1998. São Paulo-SP.

FAIRBRIDGE, R. W. **Cratonic erosional unconformities and peneplains**. *Journal of Geology*, 88:69-86. 1986.

FERREIRA, F. J. F. **Alinhamentos Estruturais-Magnéticos da Região Centro-Oriental da Bacia do Paraná e seu Significado Tectônico**. Publicações Científicas do Ipt, São Paulo, v. 1217, p. 143-166, 1982.

FERNANDES, N.F. e ALMEIDA, J. C. H. **Processos endogenéticos na formação do relevo**. In: Geomorfologia – Exercícios, Técnicas e Aplicações. CUNHA, S. B. e GUERRA, A.J.T. (Organizadores). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 57-101.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. **O grupo Caiuá (ks): Revisão estratigráfica e contexto deposicional**. *Revista Brasileira de Geociências*. 24(3): 164-176, Setembro 1994.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. **A bacia Bauru** (Cretáceo Superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 1996.

FERNANDES, A. C. S. **Os icnofósseis do Ordoviciano, Siluriano e Devoniano da Bacia do Paraná**. 1996. 183 f. Tese (Doutoramento em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo. Oficina de texto. 2008.

FOUCAULT, A. **O Clima: história e devir do meio terrestre**. Lisboa: Perspectivas Ecológicas. 1996.

FREITAS R. O. Ensaio sobre o relevo tectônico do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**. 1951.

FULFARO, V. J. et al. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.12, n.4, p.591-609, dez. 1982.

FURRIER, M. **Análise ambiental e cartografia geomorfológica do município de Jacutinga – MG**. 2002. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Filosofia, Letras e ciências Humanas, Universidade de São Paulo. SP.

\_\_\_\_\_. **Caracterização Geomorfológica e do meio físico da Folha João Pessoa -1:100.000**, Tese de Doutorado. USP – São Paulo. 2007.

GALLAGHER, K.; HAWKESWORTH, C.J. Mantle plumes, continental magmatism and asymmetry in the South Atlantic. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 123, p. 105-117, 1994.

GRASSÉ, P. & NOIROT, C. 1959. **Rapports destermites avec les sols tropicaux**. *Revue de Géomorphologie Dynamique*, Ano X (1-2, 3-4): 35-40.

GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S. B (org). **Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1998.

GUERRA, A. T. e GUERRA A. J. T. **Novo Dicionário Geológico Geomorfológico**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2001.

HACK, J. T. **Studies of Longitudinal Stream Profiles in Virginia and Maryland.** **United States Geol.** 1957. Survey Profiss. Paper, (294-B).

\_\_\_\_\_. Interpretation of Erosional Topography in Humid-Temperate Regions. **American Journal of Sciences, New Haven, Conn.** v. 258-A, p. 80-97, 1960.

\_\_\_\_\_. Geomorphology of the Shenandoah Valley, Virginia and West Virginia, and origin of the residual ore deposits. **U.S. Geol. Surv. Prof. Paper** (484), 1965.

\_\_\_\_\_. Interpretação da topografia erodida em regiões temperadas úmidas. In: **Nota Geomorfológica.** Campinas, 12 (24): 1972, p. 3-37.

HAMELIN, L.E. Géomorphologie: géographie globale-géographie totale. Cahiers de Géographie de Québec. V. VIII, n. 16, p. 199-218. Tradução de A. Christofolletti. **Nota Geomorfológica**, 13/14, p. 3-22, Campinas, 1964.

HAWKESWORTH, C.J.; GALLAGHER, K.; KELLEY, S.; MANTOVANI, M.; PEATE, D.W.; REGELOUS, M.; ROGERS, N.W. Paraná magmatism and the opening of the South Atlantic. In: STOREY, B.C.; ALABASTER, T.; PANKHURST, R.J. (eds.) Magmatism and the causes of continental break-up. **Geological Society Special Publication**, v. 68, p. 221-240, 1992.

HEINZELIN, J. DE ;Observation sur La gènesse des nappes de gravats dansLe sols tropicaux. **Public. De l' I.N.E.A.C., Sér. Scient. , Bruxelles.** Nº 64.1955.

HERMANN, M. L. P. e ROSA, R. D. **O Relevo.** In: geografia do Brasil. IBGE. Rio de Janeiro – RJ, vol 2, 1990.

\_\_\_\_\_. **Relevo da Ilha de Santa Catarina, Anais III encontro nacional de estudos sobre meio ambiente.** UEL. Londrina – PR, 1991.

HIRUMA, S. T. **Revisão dos conhecimentos sobre o significado das linhas de seixos.** In: Revista do Instituto Geológico. São Paulo, 27-28 (1/2), 53-64, 2007.

HUTTON, J. **Theory of the Earth; with Proofs and Illustrations.** Edinburgh: William Creech. 2 vols. 1795.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Estado de Paraná.** Londrina, 2007.

IBGE – **Sinopse preliminar do censo demográfico 1991:** Paraná. Rio de Janeiro, 1991.

IBGE – Fundação IBGE. Manual técnico de geomorfologia. Coordenadores: Nunes, B. de A; Ribeiro, M.I. de C.; Almeida, V.J. de; Natali Filho, T. **Série Manuais Técnicos em Geomorfologia n. 5.** Fundação IBGE, Rio de Janeiro, 1995, 112 p.

IBGE – **Atlas nacional digital.** Rio de Janeiro.2005.

IBGE – Censo demográfico 2010.



IPARDES – Fundação Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – Impacto Ambiental de Itaipu, v. 2. Curitiba – PR. 1981.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Curitiba. 1989.

JAMES, P. E., The surfaces configuration of southeastern Brazil. **Annals of the Association of American Geographers**. 1933.

JATOBÁ, L.; LINS, R.C.; **Introdução à Geomorfologia**. Recife: Ed. Bagaço, 2003.

JUSTUS, J. O. **Dissertação de Mestrado** – Universidade Federal da Bahia. Salvador, 1985.

KAUL, F. T. et al. Geologia. In: Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v. 2.

KING, L. C. **Canons of Landscape Evolution**. Bull. Geology Society of America, Washington, v. 64, n. 7, p. 721-732, 1953.

KING, L.C. Pediplanation and isostasy: an example from South Africa. **Quarterly Journal of the Geological Society**. 1955.

\_\_\_\_\_. **A Geomorfologia do Brasil Oriental**. Rio de Janeiro: Rev. Bras. Geogr., v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.

\_\_\_\_\_. **The morphology of the Earth**. Edinburgh: Oliver e Boyd. 1962

\_\_\_\_\_. **Morphology of the Earth**. Edinburgh: Oliver, 1967.

KLEIM, R.M. Southern Brazilian Phytogeographic Features and Probable Influence of Upper Quaternary Climatic in the Floristic Distribution. International Symposium on the Quaternary. **Boletim Paranaense de Geografia**. Nº 33 UFPR p.67-68. 1975

KÖPPEN, W. klassifikation der Klimate Nach Temperatur, Niederchiag und Jahresverlauf. Petermanns Geogr. Mittlig. Gotha. 1918.

LANGE, F.W. **Paleontologia do Paraná**. In.: Paleontologia do Paraná. Curitiba. Comissão de Comemoração do Centenário do Paraná. p. 1-105, dez. 1960.

LEINZ, V. Contribuição à Geologia dos derrames basálticos do Sul do Brasil. **Bol. FFCHL-USP: Geologia**, p.103. 1949.

\_\_\_\_\_. Sobre o comportamento espacial do trapp basáltico da Bacia do Paraná. **Bol. Sociedade brasileira de Geologia**. 19-91. 1966.

LEINZ, V. e AMARAL, S. E. **Geologia Geral**. Cia Editora Nacional. ed. décima quarta. 2001. São Paulo - SP

LIBAULT, A. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica**. Métodos em questão, IGEOG- USP, São Paulo, nº 01 p1-14, 1971.

MAACK, R. **Notas Preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná**. Curitiba. 1948.

\_\_\_\_\_. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 3ª ed. Imprensa Oficial do Estado. Curitiba. 1981.

\_\_\_\_\_. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 3ª ed. Imprensa Oficial do Estado. Curitiba. 2002.

MAMEDE, L.; ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. dos; NASCIMENTO, M. A. S. **Geomorfologia Folha SE. 22 Goiânia.** Rio de Janeiro: Projeto Radambrasil, 1983.

MARQUES, J. M. S. **O clima, a vegetação e a hidrografia.** IN: Paraná espaço e memória, diversos olhares histórico-geográficos. Editora Bagozzi Ltda. Curitiba. 2005.

MENDONÇA, F.; DANNI, O.I.M. **Climatologia Moções Básicas e Climas do Brasil.** Editora Oficina de textos. São Paulo. 2007

MEIS, M. R. M.; MACHADO, M. B.; CUNGA, S. B. **Note On the distribution and origin of late Quaternary Ramps near Rio de Janeiro, Brazil.** An. Acad. Bras. Ciên. 47 (suplemento): 269 – 276. 1975.

\_\_\_\_\_. **Problemes Morphologiques du Brésil Tropical Atlantique.** Annales de Geografie. Tradução Revista Brasileira de Geografia. 1943

MELFI, A.J.; PICCIRILLO, E.M.; NARDY, A.J.R. **Geological and magmatic aspects of the Paraná basin: an introduction.** In: PICCIRILLO E.M.; MELFI, A.J. (eds.). **The Mesozoic flood volcanism of the Parana basin (Brazil): petrogenetic and geophysical aspects.** São Paulo: IAG/ USP, p.1-14, 1988.

MELO, M. S.; COIMBRA, A. M.; FERNANDES, L. A. Evolução tectonosedimentar Cenozóica do baixo vale do rio Ribeira de Iguape, SP. In: **Congresso Brasileiro de Geologia, 36., Natal. Anais... Natal: SBG, 1990.** p. 2250-2260. 1990.

MELO, M. S. FERNANDES, L. A. ; MORAES, M. C.; COIMBRA, A. M. Níveis de Terraços Fluviais do Baixo Ribeira do Iguape (São Paulo): a Formação Eldorado. **Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 66, n. 03.** 1994.

MELO, M. S.; COIMBRA A. M.; CUCHIERATO, G. Fácies Sedimentares da Formação Rio Claro, Neoceno-zóico da Depressão Periférica Paulista. **Revista do Instituto Geológico, v. 18, n.1/2.** 1997.

MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. 1994. **Bacia do Paraná.** Boletim. Geoc. PETROBRÁS, 8 (1): 69-82.

MILANI, E.J. **Evolução tectono-estratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental.** 1997. 255 p. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MILANI, E.J.; RAMOS, V.A. Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. São Paulo, **Revista Brasileira de Geociências, v. 28, n. 4, p. 473-484,** 1998.

MILANI, E. J. **Comentários sobre a origem e a evolução da bacia do Paraná**. IN: Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flavio Marques de Almeida. Ed. Beca. São Paulo; 2004.

MINEROPAR. MINERAIS DO PARANÁ S/A. 1989 **Mapa Geológico do Estado do Paraná**. Escala 1:650.000. Disponível em: <[http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geologicos/geologico\\_650](http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geologicos/geologico_650)>. Acesso em: 21 de Dezembro de 2008.

MINEROPAR, MINERAIS DO PARANÁ S/A – **Atlas Geológico do Paraná**. Curitiba. 2001.

MOORE, I.D.; GRAYSON, R.B. & LADSON, A.R. Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological and biological applications. Hydrol. Proc., 5:3-30, 1991.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima**. Grande Região Sul, Rio de Janeiro – RJ, IBGE vol. 4, 1968.

\_\_\_\_\_. A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil: contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo. **USP, série Teses e Monografias, nº 1**, 1969.

\_\_\_\_\_. **Geografia e Ambiente**. Orientação. São Paulo – SP, 1984.

MORGAN, W.J. Convection plumes in the lower mantle. **Nature**, v. 230, p. 41-43, 1971.

MORLEY, M. P. & ZIMPFER, G. L. **Explanation in Geomorphology**. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. Berlin, v. 20, n. 4, p. 381-90, 1976.

MORIN, E. O método I. **A natureza da natureza**. Portugal: Europa-América, 1977.

\_\_\_\_\_. **Os setes saberes necessários à educação do futuro**. 8. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2003.

MOSCOVICI, Serge. **Representações sociais**: investigações em psicologia social. Petrópolis: Vozes, 2003.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1979.

\_\_\_\_\_. **Clima**. In: GEOGRAFIA do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. V.II.

O'CONNOR, J.M.; DUNCAN, R.A. Evolution of the Walvis Ridge – Rio Grande Rise hotspot system: implications for African and South American plate motions over plumes. **Journal of Geophysical Research**, v. 95, p. 17474-17502, 1990.

OLIVEIRA, J. B. de. Formações superficiais: viabilidade de emprego em projetos de planejamento territoriais e de execução no Brasil. São Paulo: **Colóquio Estudo e Cartografia de Formações Superficiais e suas Aplicações em Regiões Tropicais**, vol. 1, p. 303-310, 1978.

PAISANI, J. C., PONTELLI, M. E. e ANDRES, J. Superfícies Aplainadas em Zona Morfoclimática Subtropical úmida no Planalto Basáltico da Bacia do Paraná (SW PARANÁ/NW SANTA CATARINA): Primeira Aproximação. In: **Revista Geociências** v. 27, nº 4, p. 541-553. 2008. UNESP SÃO PAULO.

PASSOS, E.; COSTA, T. M. **Relação entre solos e vertentes na Região de Curitiba** (inédito).1985.

PASSOS, E; BIGARELLA, J. J. **Superfícies de erosão**. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S. B. Geomorfologia do Brasil. 2ª ed. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 2001, p. 107-141.

PASSOS, M. M. dos. **Biogeografia e Paisagem**. 2ª ed. Maringá. 2003.

PEEL, P. F. Denudational Landforms of the central Libyan Desert. J. **Geomorph**, 4:3-23. 1941.

PENCK, A. **Morphologie der Erdoberfläche**. Stuttgart: Engelhorn, 1894. 2 v.

PENCK, W. **Die morphologische analyse. Ein kapitel der physikalischen geologie**. J. Engelhorn's Nachf. Stuttgart, 1924.

PENCK, W. **Morphological Analysis of Land forms**. McMillan and Co. London, 1953.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1974.

PETRI, S. e FÚLFARO, V. J. Contribuição à Geologia das Regiões de Jaguariaiva e Lamedor. **Bol. Soc. Bras. Geol. Vol.15 nº 1**. Paraná, 1966.

\_\_\_\_\_. Geologia do Brasil. Editora EDUSP, São Paulo – SP. 1988.

POMPEAU, G.; SOLIANI JR., E.; KAWASHITA, K.; BAITELLI, R.; BERBERT, M.; CESAR, M.F. Um perfil geocronológico (K/Ar – traços de fissão) Leste-oeste no Escudo Sul-riograndense. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2. Florianópolis, 1985. **Anais... Florianópolis, Sociedade Brasileira de Geologia, 1985, p. 219-237.**

POPP, J.H. **Geologia Geral**. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 1998.

PUGH, J. C. **Isostatic Readjustment and the Theory of Pediplanation**. Quarterly Journal of Geol. Society, n. 111, p. 361-9, 1955.

RAISZ, E. Cartografia General. Ediciones Omega, Barcelona. 1969.

REGO, M. L. F. Notas sobre a Geomorfologia de São Paulo e sua Gênese. Instituto Artístico e Geográfico de São Paulo. 1932.

REZENDE, W.M. de. Post Paleozoic geotectonics of South America related to plate tectonics and continental drift. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 190 26, 1972, Belém. **Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1972, v. 3, p. 205-210.**

RIBEIRO, J. F. e WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado**, EMBRAPA – Edusp, São Paulo, 1998.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

RODERJAN, C.V. et. al. **As unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná**. UFMS. 2002.

RODRIGUES, S. C. **Análise empírico-experimental da fragilidade relevo-solo no cristalino do planalto paulistano: sub-bacia do reservatório Billings**. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

ROSS, S.L.J. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento** 2ª ed. São Paulo: Editora Contexto, 1991.

\_\_\_\_\_. **O Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo**. São Paulo: Rev. Geografia IG-USP, 1992.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAs**. In: TEIXEIRA GUERRA, A. J.; CUNHA, S.B. (org). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

\_\_\_\_\_. et al. **Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo: FFLCH-USP/IPT/FAPESP. 1997.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia e Geografia Aplicadas à Gestão Territorial: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental. **Tese de Livre Docência apresentada à FFLCH/USP**. São Paulo. 2001.

\_\_\_\_\_. **A Morfogênese da Bacia do Rio Ribeira de Iguape e os Sistemas Ambientais**. GEOUSP. São Paulo, nº 12, 2002.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto. 2003.

\_\_\_\_\_. **Ecogeografia do Brasil**. Subsídios Para Planejamento Ambiental Editora Oficina de Textos. São Paulo-SP. 2006.

\_\_\_\_\_, Índícios de sedimentação ciclica no Paleozóico superior da Bacia doParaná. **Boletim Paranaense de Geologia**. Vol. 3 1963.

ROSA, R. **Uso do SIG's para Zoneamento: uma abordagem metodológica**. Tese de doutorado, FFLCH/USP. São Paulo. 1990.

SALAMUNI, R. **Fundamentos Geológicos do Paraná**. In: História do Paraná. Grafipar, Curitiba: 1969, v.II.

SALGADO, A. A. R. Superfícies de aplainamento: antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conhecimentos geomorfológicos. **Artigo publicado na Revista Geografias**. Belo Horizonte. 2007.

SANFORD, R. M. e LANGE, F. W. **Basin Study Approach to Oil Evaluation of Paraná Miogeosyncline**, Bull. Am. Ass. Petr. Geol. V.44 nº8. 1960.

SANTOS, V. D. Aspectos Fitogeográficos e Ecológicos da Vegetação Natural do Estado do Paraná. In: **Revista de Geografia – Geojandaia**. Vol. I , nº 1, 2001.

SANTOS, L. J. C.; SALGADO, A. A. R.; RAKSSA, M. L.; MARRENT, B. R. Gênese das Linhas de Pedra. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Vol. 11. Nº 2 p.103-108. SÃO PAULO. 2010.

SEGALEN, P. Le remaniement des sols et La mise en place de La stone-line en Afrique. **Cahiers ORSTOM. Sér. Pédol.**; vol. VII, nº 1. 1969.

SELF, S.; THORDARSON, Th.; KESZTHELYI, L. Emplacement of continental flood basalt lava flows. American Geophysical Union, **Geophysical Monograph**, 100: 381-410, 1997.

SCHERER, C.M. Preservation of aeolian genetic units by lava flows in the Lower Cretaceous of the Paraná basin, Southern Brazil. **Sedimentology**, Oxford, v. 49, n.1, p. 97-116, 2002.

DA SILVA, A. J. **Estratégias em Organizações Cooperativas**: O caso da COTREFAL no período de 1964-2000. Dissertação de Mestrado. UFSC, Florianópolis- SC. 2001.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O QUATERNÁRIO. **Brasil Meridional, Volume 47**. Curitiba/Porto Alegre, 1975.

SOARES, P. C. **Tectônica sinssedimentar cíclica na Bacia do Paraná – Controles**. Curitiba. DG-UFPR, Tese para Concurso a professor. titular. 1991.

SOCHAVA, V. B. **Geographie und Oekologie. Petermanns Geographische Mitteilunge**, v. 118, n. 2, p. 89-98, 1972.

SOYER, J. 1987. Rôle des termites dans la formation du complexe de la stone-line. **Geo-Eco-Trop**, 11(1/4): 97-108.

SOUZA, C. R. G.; SAUZA FILHO, P. W. M.; ESTEVES, L. S.; VITAL, H.; DILLEMBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M.; ADDAD, J. E. **Praias arenosas e erosão costeira**. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. (Eds). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holoseditora, p.130-152. 2005.

SUGUIO, K. e BIGARELLA J. J. **Ambientes Fluviais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário: Mudanças Ambientais (passado+ presente = futuro?)**. São Paulo: Ed. Artes Gráficas Ltda, 1999.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais**. São Paulo: Ed. Artes Gráficas Ltda, 2001.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology**, New York: John Wiley & Sons, p. 245 .1991.

TARDY, Y. e ROQUIN, C. **Dérive des Continents, Paléaltérations et altérations tropicales**. Orléans: BRGM. 1998.

TEIXEIRA, W. Folhas SH.22/Porto Alegre, SI.22/Lagoa Mirim e SH.21/Uruguaiana. Interpretação de dados radiométricos e evolução geocronológica. In: **Projeto RADAM-BRASIL**. Florianópolis: DNPM, 1982.

THORNBURY, W. D. **Princípios de Geomorfologia**. Buenos Aires: ed. Kapelusz 1960.

THORNES, J. B. & BRUNSDEN, D. **Geomorphology & Time**. New York: Wiley 1977.

THOMAS, M. F. 1989. **The role of etch processes in landform development**. I. Etching concepts and their applications. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. 33: 129-142.

\_\_\_\_\_. **Geomorphology in the tropics**. John Wiley & Sons, Chichester, 460 p. 1994

TOMINAGA, L. K. **Análise morfodinâmica das vertentes da Serra do Juqueriquerê em São Sebastião-SP**. Dissertação de Mestrado. FFLCH-USP, São Paulo, 2000.

TRICART, J. **Mise en point: l'évolution des versants. L'information géographique**, (21):108-15, 1957.

\_\_\_\_\_. **Précis de geomorphologie. Tome I. Geomorphologie structurale**. Paris: SEDES, 1968.

\_\_\_\_\_. **Ecodinâmica. Recursos Naturais do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

\_\_\_\_\_. **Géomorphologie applicable**. Paris: Masson, 1978.

TRICART, J. & CAILLEUX, A. **Introduction a la géomorphologie climatique**. Paris: SEDES, 1965.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. Ed. 4ª Rio Claro: 1995.

TWIDALE, C.R. Pediments, peneplains and ultiplains. **Rev. GéomorphDynam**, 1983.

\_\_\_\_\_. Antiquity of Landforms: an 'extremely unlikely' concept. 2003, vindicated. **Australian Journal of Earth Sciences**, 45, p. 657-668.



VALADÃO, R. C. **Evolução de Longo-termo do relevo do Brasil oriental** (desnudação, superfícies de aplanamento e soerguimentos crustais). Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador. 1998.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** [online]. 2003, vol.7, n.3, pp. 539-546.

VALERIANO, M. M. **Modelos Digitais de Elevação de Microbacias Elaborados com Krigagem**. Relatório Técnico, INPE – 9364 – RPQ/736. 2004.

Valeriano, M. M.; Abdon, M. M. **Aplicação de dados SRTM a estudos do Pantanal**. RBC. Revista Brasileira de Cartografia, v. 59, p. 63-71, 2007.

Valeriano, M. M. Dados topográficos. In: Teresa G. Florenzano. (Org.). **Geomorfologia - conceitos e tecnologias atuais**. 1 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2008, Cap. 3, p. 72-104.

Valeriano, M. M.; Rossetti, D. F.; Albuquerque, P. C. G. Topodata: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. Anais..., São José dos Campos, SP : INPE, 2009. v. CD-ROM. p. 1-8.

VELOSO, H.P. et al. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro. 1975

VANDOROS, R. L. **Meteorologia Básica**. Viçosa – MG. 1967.

VIDOTTI, R.M.; EBINGER, C.J.; FAIRHEAD, J.D. Gravity signature of the western Paraná basin, Brazil. **Earth and Planetary Science Letters, Amsterdam**, v. 159, n. 3-4, p. 117-132, 1998.

VITTE, A. C. Considerações sobre a Teoria da Etchplanacão e sua aplicação nos estudos das formas de relevo nas regiões tropicais quentes e úmidas. **Terra Livre**. N. 16 p.11-24. São Paulo. 2001.

VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (org). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2004. 280 p.

\_\_\_\_\_. **Relatório sobre as Coal mensures e rochas associadas ao Sul do Brasil**. Rio de Janeiro. Comissão das minas de carvão de pedra no Brasil. 1998.

\_\_\_\_\_. Etchplanacão em Juquiá (SP) – **Relações entre o intemperismo químico e as mudanças climáticas no desenvolvimento das formas de relevo em margem cratônica passiva**. Tese de Doutorado apresentada à FFLCH/USP. São Paulo. 1998.

\_\_\_\_\_. **C. Apostila da disciplina de Geomorfologia**. Departamento de Geografia-UFPR, 1998.

VOGT, J. 1966. A - **Le complexe de la stone-line. Mise au point.** In: Terrains d'alteration et de recouvrement en zone intertropical (Vogt, J. & Vincent, P.L.). **Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières**, nº 4, p. 3-49.

WHITE, I. C. **Relatório final da comissão de estudos de minas de carvão de pedra no Brasil.** Rio de Janeiro: DNPM, 1988. Parte I p.1-300; parte II p. 301-617 (Ed. Fac- similar). 1908.

WONS, I. **Geografia do Paraná, física-humana-econômica.** 6ª ed. Editora Ensino Renovado. Curitiba. 1994.

ZALÁN, P.V.; Wolff, S.; Conceição, J.C.J.; Marques, A.; Astolfi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.T.; Zanotto, O.A. 1991. **Bacia do Paraná.** In Gabaglia, G.R. and Milani, E.J. (Eds.) Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, p.135-168.

ZALÁN, P.V. et al. **The Paraná Basin, Brazil.** In M.W. Leighton; D.R. Kolata; J.J. Ediel (eds). Interior Cratonic basins.

## ANEXOS

### LINHAS DE PEDRAS OU DE SEIXOS (STONE LINES)

O termo linha de pedra ou linha de seixos (*Stone Lines*) corresponde a paleopavimentos detríticos rudáceos encontrados em subsuperfície seguindo, grosso modo, a morfologia das vertentes. Refere-se a um horizonte de fragmentos angulosos a subangulosos, às vezes arredondados, de quartzo, quartzitos, couraças lateríticas, minerais pesados e de outros materiais resistentes à alteração química, presentes no interior da cobertura pedológica em vastas áreas das zonas intertropicais (AB'SÁBER, 1962; BIGARELLA; MOUSINHO, 1965; SANTOS, 1991).

Segundo Ab'Sáber (1996), a distribuição dessas feições no Brasil é ampla, abrangendo uma grande diversidade de paisagens, desde as pradarias no Extremo Sul do País, passando pelo Paraná até as regiões florestadas de Roraima, Amapá e Rondônia, das Colinas de Cuiabá até os setores do Planalto da Borborema (HIRUMA, 2007).

De acordo com Bigarella e Mousinho (1965), a espessura das linhas de pedras é bastante variável. Algumas possuem espessuras superiores a 1,5m, constituindo verdadeiras cascalheiras, enquanto que outras são quase imperceptíveis e representadas por tênues concentrações de grânulos e pequenos seixos de extensão insignificante.

A espessura das linhas de pedras depende da riqueza de material detrítico grosseiro existente nas camadas de colúvio. Sequências colúviais pobres em seixos não originam linhas de pedras proeminentes separando as diferentes unidades de colúvios (MEIS; MACHADO; CUNHA, 1975; MOUSINHO; BIGARELLA, 1965; TRICART, 1957). Em geral, as linhas de pedra dispõem-se mais ou menos paralelamente à superfície topográfica, sendo limitada acima por um horizonte relativamente homogêneo de textura areno-siltico-argilosa, e abaixo pela rocha alterada.

A origem das linhas de pedra e de seu material de recobrimento ainda é um assunto muito discutido; a questão principal diz respeito ao seu caráter autóctone ou alóctone. Existem várias teorias que estão expressas nas revisões de Ab'Sáber (1962), Vogt (1966), Segalen (1969) e mais recentemente de Thomas (1994) e Santos *et al.* (2010).

Bigarella (1964) e Ab'Sáber (1966) teceram a teoria mais contundente sobre a gênese das linhas de pedra relacionando-as com a última grande flutuação climática Quaternária à época da fase Würm-Wisconsin.

Para os autores, as linhas de pedra são pedimentos originários da morfogênese na fase de semi-aridez que ocorreu ao final do Pleistoceno. Tal hipótese afirma que em virtude da semi-aridez, a vegetação que recobre e protege o solo de agentes erosivos sofreu um recuo, e por isso o material regolítico foi exposto sobre transporte coluvial, sendo então depositado em regiões de baixada.

Bigarella e Andrade (1965) afirmam que este período de semi-aridez foi demasiadamente curto, portanto, não respondeu pela elaboração de pediplanos, como ocorreu no Terciário, sendo os depósitos de seixos o resultado maior desta rápida fase resistásica, a qual somente deixou suas impressões mais marcantes na atualidade devido ao pouco tempo demandado desde esta época, ao ponto que a pedogênese atual ainda não foi capaz de apagar todos os traços da morfogênese deste clima pretérito.

Ab'Sáber (1962) compara a paisagem à época da elaboração das linhas de pedras com a atual paisagem semi-árida das depressões sertanejas do Nordeste brasileiro, onde é comum o pavimento pedregoso, chamado popularmente pelos habitantes do sertão de malhadas.

Há, entretanto, opositores à teoria de Ab'Sáber e Bigarella sobre a evolução das linhas de pedra, dentre elas, a interpretação relacionada à ação biológica. Esta hipótese baseia-se na remoção seletiva das frações finas do solo da subsuperfície para a superfície pelos cupins (térmitas), vermes e formigas, contribuindo assim para o isolamento de fragmentos grossos (BIGARELLA *et.al.*, 1994).

No domínio tropical a ação biológica desempenha um importante papel no transporte de materiais a grandes profundidades, nas mudanças da estrutura física do solo e na formação de novos solos (GRASSE; NOIROT; BOYER, 1959).

As evidências a favor da ação biológica no remonte de materiais acima das linhas de seixos são baseadas:

- a) Nas similaridades da granulometria, morfoscopia e mineralogia entre as formações acima e abaixo das linhas de seixos.
- b) Na extensão e volume das partículas trazidas à superfície pelos animais do subsolo.
- c) Na bioturbação detectada por técnicas micromorfológicas (SOYER, 1987).

Ab'Sáber (1962) apresentou argumentos contrários à ação das térmitas na gênese das linhas de pedras. Na região da Serra do Japi, na Depressão Periférica Paulista e nos planaltos basálticos ao Sul de Lages (SC), o arranjo espacial nas vertentes e as relações de contato com os materiais sotopostos e a rocha subjacente evidenciam o caráter coluvial da cobertura das linhas de seixos. O que a teoria biológica não consegue contemplar é a grande extensão de ocorrências das linhas de pedra nos atuais domínios de paisagem úmida e subúmidas.

Ab'Sáber (1966) também considera que a seleção uniforme do material fino não poderia ser originada pela ação lenta e irregular dos cupins, pois os organismos não seriam capazes de ascender as de partículas finas de maneira regular por toda a extensão de uma área superficial sub-horizontal.

Outra dúvida acerca da hipótese dos cupins é sobre os cálculos de transporte do material deslocado por eles que poderiam ser insuficientes para este tipo de acumulação, devido às perdas por erosão.

Ainda com relação às térmitas, Christofolletti (1968) também considera um exagero afirmar que as linhas de pedras são provenientes da ação desses organismos apesar da grande quantidade de material por eles removido. Para o município de Campinas (SP), nas áreas de maior densidade dos cupinzeiros, o autor calculou em  $4 \text{ m}^3/\text{ha}$  o volume de material atualmente colocado sobre a superfície do terreno. Esse autor, empregando o mesmo artifício de cálculo utilizado por Heinzelin (1955), calcula em  $40 \text{ m}^3/1.000 \text{ anos/ha}$  a quantidade de material removido para a superfície, ou seja, um recobrimento homogêneo de  $4 \text{ cm}/1.000 \text{ anos}$ , (BIGARELLA *et al.*, 1994).

Já os valores admitidos para o continente africano são mais elevados do que os estimados para o Brasil, devido ao maior tamanho das termiteiras africanas.

Aloni (1975) estudou a evolução morfológica dos cupinzeiros gigantes do Alto Shaba (África) e suas relações com diferentes tipos de solos, considerando os parâmetros de estrutura, granulometria e limites de Atterberg. Segundo o autor, nessas regiões, os cupinzeiros podem alcançar dez metros de altura e trinta metros de diâmetro ou, mais usualmente, cinco metros de altura e dez a doze metros de diâmetro, após seu abandono sofrem rápida erosão, fornecendo detritos finos para a superfície do solo.

Muitos pesquisadores consideram as linhas de pedra como sendo de origem alóctone, enquanto outros acreditam que sejam autóctones. A teoria que se pode chamar de alóctone separa os materiais grosseiros daqueles de sua cobertura, quando o material do qual é posto esta linha de seixos é produto de longo transporte de materiais, extrapolando a distância da vertente, ao passo que a teoria autóctone, pelo contrário, considera uma evolução *in situ*, ou seja, para os casos em que as *stone-lines* tenham origem local.

Uma das questões principais que diferenciam as interpretações sobre a origem das linhas de seixos é o papel das mudanças climáticas durante o Quaternário. Conforme De Ploey (1964), Ab'Sáber (1962); Bigarella e Lins (1963), entre outros, a formação do pavimento detrítico estaria associada à vigência de climas semi-áridos. No entanto, outros mecanismos de geração de linhas de seixos associados à ação biológica, processos coluvionares e/ou geoquímicos, não estão vinculados às mudanças ambientais.

Apesar das linhas de pedras ou de seixos serem mencionadas na literatura desde o século XIX, sua origem é um tema que ainda desperta muita polêmica. Como se observa, existem várias hipóteses para explicar sua origem e que não são necessariamente excludentes; muitas vezes, se complementam. Seria um erro afirmar que apenas uma delas devesse ser aplicada na elucidação de todos os paleopavimentos detríticos rudáceos existentes nos trópicos (BIGARELLA *et al.*, 1994).

A complexidade do tema é também evidenciada pelo caráter poligenético de muitas linhas de seixos. Para o melhor entendimento dessa questão, é essencial que as pesquisas possuam um caráter multidisciplinar, com o envolvimento de geólogos, pedólogos, geomorfólogos e biólogos.